Lesnická a dřevařská fakulta

Technika a technologie v lesnictví
Základní procesy těžby a dopravy dříví
Technika a technologie lesní těžby
Technika a technologie dopravy dříví

TECHNIKA A TECHNOLOGIE V LESNICTVÍ

Díl první

prof. Ing. Jindřich Neruda, CSc.
prof. Ing. Vladimír Simanov, CSc.
doc. Ing. Radomír Klvač, Ph.D.
doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.
Ing. et. Ing. Jiří Kadlec, Ph.D.
Ing. Tomáš Zemánek, Ph.D.
Ing. Pavel Nevrkla

2022

Mendelova univerzita v Brně

TechDrev
Inovace technických a dřevařských disciplín pro vyšší konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR Techdrev - CZ.1.07/2.2.00/28.0019

Mendelova univerzita v Brně
esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ
Lesnická a dřevařská fakulta

TECHNIKA A TECHNOLOGIE V LESNICTVÍ

Díl první

Učební text pro předměty
Technika a technologie v lesnictví, Základní procesy těžby a dopravy dříví,
Technika a technologie lesní těžby a Technika a technologie dopravy dříví

prof. Ing. Jindřich Neruda, CSc.
prof. Ing. Vladimír Simanov, CSc.
doc. Ing. Radomír Klvač, Ph.D.
doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.
Ing. et. Ing. Jiří Kadlec, Ph.D.
Ing. Tomáš Zemánek, Ph.D.
Ing. Pavel Nevrkla

2022

Klíčová slova
Lesnictví, lesní výroba, obnova lesa, pěstební činnost, těžba dříví, doprava dříví, technika, technologie, mechanizace, provozní spolehlivost strojů, bezpečnost a ochrana zdraví při práci, příprava a řízení výrobních činností.

Autoři:
Ing. et Ing. Jiří Kadlec, Ph.D.
doc. Ing. Radomír Klvač, Ph.D.
prof. Ing. Jindřich Neruda, CSc. – vedoucí autorského kolektivu
Ing. Pavel Nevrkla
prof. Ing. Vladimír Simanov, CSc.
doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.
Ing. Tomáš Zemánek, Ph.D.

Tento učební text poskytuje základní penzum informací z široké oblasti techniky a technologií používaných v lesnictví a je určen pro studenty bakalářských i magisterských studijních programů ve studijních předmětech *Technika a technologie v lesnictví, Základní procesy těžby a dopravy dříví, Technika a technologie lesní těžby* a *Technika a technologie dopravy dříví*, vyučovaných na Lesnické a dřevařské fakultě MENDELU. Učební text je použitelný i pro studenty doktorského studia, případně pro další zájemce, a to i z řad provozní praxe. Informuje o teoretických východiscích, konstrukčních a funkčních principech technických prostředků, jejich parametrech, podmínkách a zásadách provozního nasazení, o plánování a řízení lesní výroby, o zdrojích dříví, lesní těžbě, obnově lesa, technice pro pěstování a ochranu lesa, bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, provozní spolehlivosti strojů, apod. Učební text využívá poznatků získaných při vědeckovýzkumné činnosti členů autorského kolektivu a vznikl s podporou projektu *Inovace technických a dřevařských disciplín pro vyšší konkurenceschopnost,* číslo CZ.1.07/2.2.00/28.0019, řešeného v rámci operačního programu Evropské unie Vzdělání pro konkurenceschopnost.

Třetí, aktualizované vydaní.

© prof. Ing. Jindřich Neruda, CSc. a kol., 2022
Lektorovali: prof. Ing. Valéria Messingerová, CSc., Technická univerzita vo Zvolene, Slovensko
prof. dr hab. inż. Józef Walczyk dr h.c., Agricultural University of Cracow, Polsko

ISBN 978-80-7509-191-8 (díl první)
ISBN 978-80-7509-193-2 (oba díly)

1. ÚVOD

Lesní hospodářství, a v širším pohledu i celé lesnictví, vykazuje řadu specifik, jako je např. existence široké škály různorodých, často vzájemně navazujících a se podmiňujících činností, které je nutno vykonat pro dosažení určitého výsledku, jako je např. vytěžení a dopravení dříví ke spotřebiteli, obnova lesa, produkce sazenic v lesních školkách, aj. Výkon těchto činností je v převážné míře uskutečňován v často složitém venkovním prostředí, které silně ovlivňuje způsob i prostředky jejich provedení. K typickým vlastnostem výrobních aktivit v lesním hospodářství náleží i to, že je při nich často manipulováno s rozměrnými a hmotnými předměty, tj. především se stromy a s dřívím z nich vyrobeným, které jsou významným potenciálním zdrojem ohrožení člověka i lesního prostředí. Při výkonu prací v lesnictví je vždy nutno plně respektovat zásady správného zacházení s živými rostlinami, ať jsou to sazenice k obnově lesa, vychovávané mladé stromy, či stromy dospělé, minimalizovat jejich poškozování např. provozem lesní techniky a dodržovat požadavky celostního šetrného přístupu k lesnímu prostředí.

Složitost a různorodost výrobních podmínek, jakož i prostý fakt neexistence vhodných mechanizačních prostředků, byly příčinami toho, že se výrobní aktivity v lesním hospodářství ve srovnání s jinými odvětvími, zejména průmyslového charakteru, do mnohem pozdější doby vyznačovaly velkým podílem ruční práce. Značný podíl fyzické ruční práce ostatně, přes veškerý technický pokrok, přetrvává v lesním hospodářství až do současnosti.

K rozvoji mechanizace prací v lesním hospodářství došlo až v druhé polovině dvacátého století, kdy byly postupně zaváděny prostředky pro všechny základní výrobní fáze, zejména pro těžbu, opracování stromů, dopravu, skladování a manipulaci dříví, ale i pro zemní práce stavební činnost, přidruženou výrobu aj. Mechanizace snížila namáhavost prací, zvýšila její výkonnost a mnohdy i kvalitu. Např. v ČR způsobil prudký rozvoj mechanizace lesní těžby a dopravy dříví (zavedení motorových pil, soustřeďovacích mechanizačních prostředků a odvozních souprav) výrazné snížení pracnosti výroby surového dříví z původních více než 6 $h.m^{-3}$ na 4,8 $h.m^{-3}$ v roce 1970 a 2,2 $h.m^{-3}$ po roce 1985, přičemž pracnost výroby dříví realizované soudobými moderními těžebně-dopravními stroji dosahuje ještě výrazně nižších hodnot klesajících značně pod 1 $h.m^{-3}$.

K nástupu a postupnému zvyšování stupně mechanizace postupně docházelo od 60. let dvacátého století i v souboru činností označovaném jako pěstební výroba, představující rozsáhlý úsek lesního hospodářství, který je možno vymezit od lesního semenářství, přes produkci sadebního materiálu, obnovu, ošetřování a ochranu lesních kultur až po výchovu mladých lesních porostů prořezávkami.

Lesní výroba tedy zahrnuje různorodý soubor výrobních technologií a pracovních postupů, pro něž lze v současnosti využít řadu různých progresivních technických prostředků, jako jsou mechanizační prostředky – stroje, jejich soubory, zařízení, přístroje a pomůcky. Ruční nářadí takřka úplně vymizelo ze dvou typických lesnických činností, tj. z kácení stromů a jejich opracování (odvětvování a rozřezávání), v řadě případů však ruční nářadí stále hraje významnou roli (např. při výsadbě sazenic). Proto k technickým prostředkům v lesnictví právem řadíme i ruční nářadí.

Žádoucího efektu při aplikaci technických prostředků ve výrobě lze dosáhnout jen při kvalifikovaném komplexním rozhodování, respektujícím vzájemně podmíněná hlediska přírodní, technická, technologická, ekonomická i bezpečnostní. Předkládaná publikace poskytuje základní penzum informací z široké oblasti techniky a technologií používaných v lesnictví a je primárně určena pro studenty bakalářských i magisterských studijních programů v oboru lesnictví. Publikace však bude zajisté vhodně využitelná i pro další zájemce o danou problematiku. Jejím základním cílem je poskytnout vzájemně provázané informace, umožňující dostatečnou znalost teoretických východisek konstrukčních a funkčních parametrů a praktického diferencovaného uplatnění technických prostředků včetně energetických a jejich soustav v současných podmínkách lesního hospodářství všech forem. To se týká techniky a technologií pěstování sadebního materiálu, obnovy a ochrany lesa, výchovy porostů předprobírkového věku, těžebně-dopravní činnosti LH, druhování, sortimentů dříví, zásad, způsobů a prostředků jeho evidence, skladování a prodeje. Přitom je nezbytné poskytnout základní poznatky o plánování, řízení, přípravě pracovišť včetně zemních prací a vyhodnocování těžební činnosti lesního hospodářství. Je též třeba zvládnout zásady optimalizované volby těžebních a dopravních technologií

respektujících ochranu lesních ekosystémů, technické parametry strojů, bezpečnost a ochranu zdraví při práci, management rizika a ekonomickou přijatelnost.

1.1. Vztah produkce dříví k ostatním funkcím lesa

Současnou lidskou společnost lze charakterizovat jako společnost spotřební, ale stojící na počátku poznání, že další neomezené stupňování spotřeby je nemožné a že by civilizace měla směřovat k trvale udržitelnému rozvoji. To se týká i využívání lesů. V helsinské deklaraci H1 se svět sjednotil v názoru, že lesy je nutné obhospodařovat a využívat tak, „*aby byla zachována jejich biologická rozrůzněnost, produktivnost, životaschopnost, schopnost obnovy a schopnost plnit současné i budoucí požadavky lidské společnosti (ekologické, ekonomické a sociální)*“. Dosáhnout uvedených cílů umožňuje funkčně integrované lesní hospodářství, usilující o zajištění ekologicky stabilního a zdravého lesa, schopného optimálně plnit všechny funkce, které od něj společnost očekává, tedy i funkci produkční.

Pro české lesnictví není myšlenka trvale udržitelného rozvoje žádnou novinkou, vždyť její počátky lze datovat minimálně od dob císařovny Marie Terezie v 18. století. Trvalost a vyrovnanost produkce byly tradičně cílem hospodářské úpravy lesa. A nebylo by možné je v praxi dosahovat, pokud by byly v rozporu s biologickou podstatou lesa. Pro udržování lesů v ekologické rovnováze jsou nezbytná cílená lesnická opatření – protože jejich pasivní ochrana může být neúčinná. Les má mj. tu zvláštnost, že může poskytovat dříví a ostatní funkce lesa bez přispění člověka. Aby byl zásah člověka do přírodního dění opodstatněný, musí se projevit pozitivně v plnění celého rozsahu, nebo některých funkcí lesa. Protože les na hranici lesa, či lesy v ochranných pásmech vodních zdrojů a lesy lázeňské, mají nesporně své hlavní poslání mimoprodukční, vyvinula se kategorizace lesů podle jejich převažujícího funkčního poslání (hospodářské, ochranné, zvláštního určení). Zařazení lesa do určité kategorie však neznamená, že jiné funkce les neplní. Teorie úplavu vyjadřuje, že les, který dobře plní svoji produkční funkci (je zdravý, řádně pěstovaný a poskytuje dlouhodobě vyrovnanou a plynulou produkci), plní bez dalších opatření i ostatní funkce lesa (krajinotvornou, klimatickou, ochrannou, hygienickou, vodohospodářskou, půdoochrannou, rekreační, zdravotní). Tato teorie, ze které vycházel i současný lesní zákon, bývá kritizována, že neplatí ve všech (byť extrémních) případech. Jeho kritika vychází z toho (ad absurdum), že pokud by se lidská společnost v budoucnu byla schopna obejít bez dřeva, nebude schopna obejít se bez mimoprodukčních funkcí lesa. Z této pravdivé úvahy se odvozuje neopodstatněné nadřazení mimoprodukčních funkcí funkci produkční. Funkčně integrované lesní hospodářství je pak rozumným kompromisem, uvažujícím s takovým obhospodařováním lesů, aby lesy plnily optimálně všechny svoje funkce. Že je toto funkčně funkčně integrované lesní hospodářství plně reálné, dokazují mnohé lesní majetky, např. i Školní lesní podnik Masarykův les Křtiny Mendelovy univerzity v Brně.

1.2. Význam dřeva pro společnost

Dřevo doprovází člověka "od kolébky po rakev" a společně s kamenem a kostmi bylo prvním lidstvem využívaným materiálem, a pokud se týká spotřebovávaného množství, zůstává stále nejdůležitější surovinou, protože celosvětová denní spotřeba dřeva na jednoho obyvatele činí cca 1 kg, což je nejvíce ze všech materiálů. I proto ve vztahu člověka k lesu převládal od pravěku princip užitkovosti. Ve formě potištěného papíru je dřevo nosičem informací a umění, a v intarziích, řezbách, plastikách a hudebních nástrojích je i uměleckým a kulturním dědictvím.

Stavba dřeva ovlivňuje fyzikálně-mechanické vlastnosti dřeva a tím i možnosti jeho mechanického a chemického zpracování. Na světě je popsáno 423 000 druhů rostlin, z toho je 30 000 druhů dřevin, z nichž je asi 5 000 hospodářsky významných - tj. dřevin z různých důvodů vhodných pro průmyslové využívání. Světový obchod se však zabývá jen 200 – 250 dřevinami. Počet komerčně využívaných dřevin se může zvýšit, jen pokud budou u dosud opomíjených dřevin nalezeny specifické vlastnosti, jejichž hledání by mohlo být záležitostí lesnického marketingu.

Dřevo jako materiál lze charakterizovat širokou využitelností (energetickou, mechanickou, chemickou); snadnou obrobitelností; decentralizovaným výskytem (mimo polárních oblastí a pouští se nalézá všude); tím, že je k produkci dříví potřeba minimálního vkladu člověkem dodávané energie; nízkou spotřebou energie při zpracování (technologická spotřeba energie na zpracování dřeva je 70x nižší než na zpracování hliníku, 17x nižší než u oceli, 3x nižší než u betonu a pálených cihel);

vynikajícími mechanickými vlastnostmi při nízké vlastní hmotnosti (využívané ve stavebnictví a nábytkářství); vynikající tepelnou izolací (dřevo je 3x lepší izolant než pálená cihla a 9x lepší než beton. Z hlediska tepelně izolačních vlastností je dřevo předstihováno jen pěnovými hmotami); recyklovatelností (ve smyslu vícenásobného použití, např. opakované použití dřevěných konstrukcí); neškodnou likvidovatelností dřevěných výrobků po ukončení jejich životnosti (nekontaminovaných impregnací, nátěrem, lepidlem atd., a odpadů vznikajících ve všech fázích výroby. Odpady jsou biologickou cestou odbouratelné a produkty rozkladu dříví se znovu zapojují do koloběhu živin. Dřevo je tak schopno recyklace v širším slova smyslu); obnovitelností (při podmínce řádného hospodaření!).

Člověk vždy hospodařil v lesích tak, aby z nich měl největší možný užitek, proto vznikly hospodářské lesy, které jsou v mnoha směrech přirozeným lesům vzdáleny, zejména dřevinnou skladbou a prostorovým uspořádáním. Hospodářský les je umělým ekosystémem, ve kterém se nelze spoléhat na přírodní síly, protože umělý ekosystém je nestabilní, a přírodní síly mají snahu jej přiblížit přirozenému lesu cestou sukcese. Přirozený les je však pro nás obvykle z produkčního hlediska méně přijatelný. Současné evropské představy o přísně přírodě blízkém hospodaření v lesích, vyloučení introdukce a šlechtění lesních dřevin, jsou v celosvětovém měřítku nereálné. Zabezpečení potřeb lidstva vyžaduje celé spektrum lesnických opatření, od plantáží přes pařeziny, energetické lesy, hospodářské lesy až po přírodě blízké lesy. Lesy ponechané přirozenému vývoji však určitě nemohou a nebudou převládat.

1.3. Certifikace lesů a dříví

Veřejné mínění nutí firmy, aby jejich výroba zatěžovala minimálně životní prostředí, a využívala přírodní zdroje tak, aby je mohly využívat generace příští. Součástí řízení se tak stal environmentální management, ale protože jsou nevládní organizace nedůvěřivé k prohlášením firem o neškodnosti výroby, vyžadují „dobrovolnou“ certifikaci výrobních postupů a výrobků z hlediska jejich ekologické přijatelnosti. **Certifikace** je ověřením určité skutečnosti s vystavením úředního potvrzení (certifikátu) o této skutečnosti nezávislou stranou. Certifikátem firmy dokladují, že nezatěžují životní prostředí nad nějaký rámec, nebo že šetrně využívají přírodních zdrojů. V konkurenčním boji je certifikát důležitý jako součást dobrého jména firmy, která může být těžko obviněna z ekologického dumpingu, a v mezinárodním obchodu může sehrát i roli mimocelní bariéry. S certifikací souvisí sledování produktu od místa vzniku po místo prodeje (**tracing**), a označování produktů z certifikovaných zdrojů a výrobků nadstandardních vlastností na trhu (**labelling**).

Tyto postupy už nejsou jen záležitostí dobrovolnosti, ale jsou legislativně závazné pro země EU Nařízením Rady Evropy č.1836/93, a zejména pak Nařízením Evropského Parlamentu a Rady EU č. 995/2010 (tzv. nařízení EUTR, jako zkratka z EU Timber Regulation) z 20. října 2010, kterým se s účinností od 3. 3. 2013 stanovují povinnosti hospodářských subjektů uvádějících na trh dřevo a dřevařské výrobky. Impulzem pro vznik tohoto nařízení byly údajně kauzy spojené s nezákonnou (ilegální) těžbou dříví, či zpracováním dříví pocházejícího z takových těžeb. Nařízení stanovuje podmínky, které musí společnosti v rámci EU dodržovat, aby se minimalizovalo riziko obchodování s nezákonně vytěženým dřívím. Proto nařízení č 995/2010 vyžaduje, aby společnosti uvádějící dříví a dřevařské produkty (jak domácí, tak dovážené) na trh EU, implementovaly tzv. **systém náležité péče**. Zejména, aby firmy obchodující s dřevařskými výrobky vedly záznamy o svých dodavatelích a odběratelích, aby bylo možné je kdykoliv zpětně vyhledat. Hlavními prvky systému náležité péče jsou: **informace** (společnost musí mít přístup k informacím o dříví a dřevařských produktech, o zemi původu vytěženého dříví, o dřevinách, o množství, a k podrobným údajům o dodavatelích a o shodě s vnitrostátními předpisy), **posouzení rizik** (podle získaných údajů musí společnost posoudit riziko výskytu dříví z nelegálních těžeb ve svém dodavatelském řetězci, a jen dodávky se „zanedbatelným rizikem“ mohou být dále prodávány), **zmírňování rizik** (je-li podle zjištění společnosti riziko „vyšší než zanedbatelné“, je povinností společnosti toto riziko zmírnit požadavkem na další informace, nebo na předložení důvěryhodného certifikátu třetí strany). Pozor na právnickou kličku, že certifikace není automatickým dokladem právoplatnosti. Výhradní odpovědnost za dodržování ustanovení, uvedených v nařízení č 995/2010 nese vždy společnost.

Dřevozpracující podniky proto vyžadují od dodavatelů dříví certifikát, že dříví pochází z lesů obhospodařovaných trvale udržitelným způsobem, a obchodní řetězce od nich vyžadují certifikát, že

výrobky jsou z certifikovaného dříví. Takto uzavřený kruh se nazývá **certifikace spotřebitelského řetězce** (**Chain of Custody**, ve zkratce **C-o-C**).

Z certifikačních programů, které se ve světě postupně vytvořily, se v ČR používají dva. Starší, ale méně rozšířený **Forest Stewardship Council** (**FSC**), mající 10 principů, které jsou rozpracovány do 56 kritérií, rozvedených do ukazatelů a verifikátorů. Národní organizace, hlásící se k tomuto programu, zpracovávají vlastní národní standardy, vycházejí z celosvětových principů, aplikovaných na přírodní, kulturní a socioekonomické podmínky v dané zemi. **Princip** (**Principle**) představuje pravidlo lesního hospodaření, **kritérium** (**Criterion**) je prostředek k posouzení, zda byl splněn princip, a nesplnění kritéria vede k nesplnění celého principu. Některá z kritérií FSC jsou uvedena formou abecedního seznamu konkrétních položek, nazývaných p**odkritérium** (**Sub-criterion**). **Indikátor** (**Indicator**) je prvkem, jehož prostřednictvím auditor posuzuje, zda je plněno kritérium. **Kritický indikátor** (**Critical Indicator**) má takovou váhu, že i jeho částečné nesplnění je posuzováno jako porušení kritéria. **Verifikátor** (**Means of Verification**) je informace, pomocí které je auditorem vyhodnoceno plnění indikátoru. Verifikátory uvedené ve Standardech jsou orientační, a každá z akreditovaných certifikačních firem má verifikátory vlastní. **Nedostatek** (**Non-compliance**) je jakékoliv nesplnění požadavků indikátoru. **Malý nedostatek** (**Minor non-compliance**) je dočasný, neobvyklý nebo nesystematický, omezený rozsahem a v zásadě neohrožující záměr kritéria. **Velký nedostatek** (**Mayor non-compliance**) se vyskytuje delší období, je systematický a opakuje se. Jeho rozsah je širší a vážně ohrožuje naplnění záměru kritéria. **Závažné porušení principu FSC** (**Major failure of an FSC Principle**) je takové, které má vzhledem k podmínkám principu FSC za následek nesplnění podmínek certifikace. Definováno je jako velký nedostatek v plnění kteréhokoliv z kritérií příslušného principu. Velký nedostatek na úrovni kritéria je podmíněn posouzením významnosti nedostatků na úrovni indikátorů. České národní standardy jsou platné od roku 2005 (www.fsc.org., www.fsc.org/czech-fsc-standard.273.htm).

Pozdějším, ale rozšířenějším je **Programme for the Endorsement of Forest Certification** (**PEFC**), který zahájil svou činnost v roce 1999, a od srpna 2001 je Radou PEFC schválen Český systém certifikace lesů. PEFC je nezávislá, nevládní a nezisková organizace se sídlem v Lucembursku, poskytující rámec pro vzájemné uznávání nezávislých certifikačních systémů. Jednotlivá národní kritéria vychází z definic trvale udržitelného hospodaření v lesích daných šesti základními kritérii přijatými na ministerských konferencích na ochranu lesů v Evropě. Český model certifikace je založen na principu regionální certifikace, která je ohraničena geografickými, administrativními nebo politickými hranicemi, a o kterou žádá organizace autorizovaná pro region. Za region se považuje celé území ČR. Cílem je nabídnout účast v certifikaci bez ohledu na velikost a druh vlastnictví, zajistit finanční efektivnost certifikace a umožnit evaluaci kritérií trvale udržitelného hospodaření, která nejsou hodnotitelná na úrovni jednotlivých vlastníků. Certifikační kritéria a ukazatele jsou vypracovány s ohledem na 27 kvantitativních a popisných indikátorů a Celoevropskou směrnici pro trvale udržitelné hospodaření na provozní úrovni (příloha 1 a 2 k rezoluci L2 z 3. ministerské konference o ochraně lesů v Evropě, Lisabon 1998), a dále a) z Konference OSN o životním prostředí a rozvoji (Rio de Janeiro 1992); b) z rezolucí Ministerských konferencí o ochraně lesů v Evropě (Helsinky 1993, Lisabon 1998); c) ze Zásad státní lesnické politiky z roku 1994; d) ze zákona č. 289/1995 Sb., o lesích; e) ze zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny; f) z Koncepce rezortní politiky Ministerstva zemědělství pro období před vstupem ČR do Evropské unie, 1999; g) ze Základních konvencí Mezinárodní organizace práce (ILO) – č. 29, 87, 98, 100, 105, 111, 138 a 155.

Eco-labelling je označování výrobků vyrobených v souladu se zásadami environmentálního managementu, chráněných obchodní značkou. Někdy je za ekolabelling považováno i „štítkování“ elektrospotřebičů a budov, a označování výrobků symbolem prokazujícím určitou skutečnost, např. že neobsahuje dříví z tropických pralesů. Prvním vícenárodním ecolabel, jehož zásady byly přijaty v roce 1989, byla Nordická labuť, užívaná ve Švédsku, Norsku, Finsku a na Islandu. U nás se s ní setkáváme na kancelářských papírech. V ČR se používá Ekologicky šetrný výrobek, u kterého je podmínkou propůjčení známky splnění kriterií směrnice ministra životního prostředí, a v EU je to Euromargerite – Eurokopretina.

Myšlenka certifikace vznikla na ochranu tropických pralesů, ale rozšířila se do jiných oblastí. V současnosti je v celém světě certifikováno 306 mil. ha lesů, z toho v Africe 3 mil. ha, tj. méně než 1

%, a přitom většina afrických certifikovaných porostů jsou plantáže. Ekologické iniciativy touto formou usilují o to, aby se dříví z rizikových oblastí setkalo na trhu s nepřehlédnutelnými mimotržními překážkami. Často však jdou ve svých požadavcích nad tento rámec, a požadují vyšší zastoupení listnatých dřevin, neodvodňování lesních porostů, upuštění od hnojení a vápnění, nepoužívání introdukovaných dřevin, vyloučení šlechtění lesních dřevin, ponechávání části produkce nevyužité atd. Reakce vlastníků lesů je převážně nesouhlasná s upozorněním, že zájmová skupina diktuje požadavky, ale vlastníkovi lesa zůstává odpovědnost! Pokud se týká ČR, není dostatečně známo, že naše právní normy regulující lesní hospodářství patří k nejpřísnějším, a dokonce lze říci, že bez dotační podpory státu by nebylo v současných ekonomických podmínkách možné splnit ani všechny povinnosti, které zákon vlastníkům lesů ukládá. Jinak řečeno, pokud vlastník lesa dodržuje lesní zákon, jeví se nadbytečné, aby trvalou udržitelnost svého hospodaření prokazoval ještě nějakou jinou formou. Některé zpracovatelské firmy a obchodní řetězce ovšem akceptují jen některý z mezinárodně uznávaných certifikačních systémů, a jiné systémy certifikace diskriminují. Tak jsou vlastníci lesů a zpracovatelé dříví nuceni se nechat certifikovat podle více systémů - 1,6 mil. ha lesů v Evropě a 1 mil. ha v Severní Americe je tak certifikováno dvakrát. To je důvodem k zamyšlení nad pravými důvody certifikací. Vzhledem k tomu, že vzájemné uznávání mezi FSC a PEFC nelze v dohlednu očekávat, nezbývá, než se s tím smířit, a náklady na certifikaci považovat za obchodní výdaje či výdaje na reklamu.

Logo FSC

Logo PEFC

1.1. Loga certifikačních programů

Nordická labuť

Ekologicky šetrný výrobek

Euromargerite

1.2. Ekolabely

Na certifikačním programu pracuje i Mezinárodní organizace pro užívání standardů **International Standards Organization** (**ISO**), ale vypracování schématu hodnocení, majícího normativní charakter je obtížné. V environmentálním managementu stanovuje jednoznačná kriteria pro trvale udržitelné obhospodařování lesů norma ISO 14 000, s obdobnou úlohou jako norma ISO 9 000 v řízení jakosti. ISO 14 000 slibuje celosvětovou normu odpovědnosti za životní prostředí a jeho ochranu. Norma má šest částí:

1) Systémy správy životního prostředí (politika, organizační struktura, metody a postupy)
2) Revize (směrnice k revizním principům, metodám a plánování)
3) Označování (směrnice k vyhlašování environmentálních nároků a návrhů na programy v oblasti životního prostředí)
4) Hodnocení (směrnice k měření úrovně výkonů v každé oblasti popsané v části systém správy životního prostředí)
5) Stanovení životního cyklu výrobků (směrnice pro hodnocení vlivu na životní prostředí, které mají výrobky, materiály, procesy, systémy a činnosti od svého vzniku až po zánik)
6) Termíny a definice

V systému ISO je zatím zpracována jen norma ČSN EN ISO – 14001:1997, podle které se posuzuje, zda firma zavedla a používá systém environmentálního managementu (EMS), a certifikované firmy mají právo užívat oktagon TÜV CZ. Protože je tvorba norem ISO pomalá, převzaly v certifikaci iniciativu organizace, nejdoucí cestou normativní závaznosti garantované státem, ale cestou subjektivního verbálního hodnocení akreditovaným posuzovatelem.

2. TECHNIKA V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ

2.1. Historický vývoj postavení techniky v podmínkách lesního hospodářství

Výrobní fáze a činnosti v lesním hospodářství jsou představovány poměrně velikým počtem různorodých operací a úkonů, pro něž existují příslušné pracovní prostředky, a to jak s bohatou mnohasetletou historií, tak i zcela novodobé. Po dlouhou dobu v činnostech lesního hospodářství převažovalo ruční nářadí, případně prostředky využívající animální sílu.

Ruční lesní nářadí lze definovat jako přenosné technické prostředky jednoduché konstrukce bez motorického pohonu, používané přímo při výrobních činnostech nebo při údržbě jiných technických prostředků v jednotlivých úsecích lesního hospodářství. Nářadí používané při výrobní činnosti lze podle jeho významu a užití dále rozlišit na nářadí hlavní (např. v lesní těžbě je to pila a sekera) a pomocné (klíny, obracáky, škrabáky kůry ap.).

Teprve od druhé poloviny 20. století nastává pokles významu ručního nářadí pro výkon pracovních činností v lesním hospodářství, a to s nástupem procesu **mechanizace**. Vývoj mechanizace těžby a dopravy dříví v ČR lze rámcově rozlišit do několika etap (Tab. 2.1.).

Etapa	Časové vymezení	Charakteristické rysy etapy
I.	od nejstarší doby do období po 2. sv. válce	Značný podíl manuální práce, těžba ručním nářadím, přibližování i odvoz dříví animálními potahy (výjimečně mechanizovaný odvoz např. lesní železnicí), sortimentní těžební metoda
II.	50. léta 20. století	motomanuální kácení motorovou pilou, odvětvování sekerou, přibližování dříví potahy, odvoz traktory, sortimentní těžební metoda
III.	60. léta 20. století	motomanuální kácení a odvětvování motorovou pilou, soustřeďování dříví univerzálními traktory, odvoz nákladními automobily s nakládacími navijáky, sortimentní těžební metoda, nárůst významu kmenové těžební metody
IV.	70. léta 20. století	motomanuální kácení a odvětvování motorovou pilou, soustřeďování dříví univerzálními i speciálními lesními kolovými traktory, dálkové ovládání navijáků, rozvoj lanovek, význam těžební metody kmenové, odvoz nákladními automobily s hydraulickými jeřáby, první těžebně-dopravní stroje, významné postavení manipulačně-expedičních skladů dříví
V.	90. léta 20. století a dále	dtto + v polovině 90. let těžební stroje nové generace, vyvážecí traktory pro přibližování dříví, velkokapacitní odvozní soupravy sortimentů dříví, nárůst významu sortimentní těžební metody, pokles významu manipulačně-expedičních skladů dříví

Tab. 2.1. Etapy rozvoje techniky a technologií těžebně-dopravního procesu

Technická úroveň ručního nářadí v jednotlivých činnostech je v současnosti velmi rozdílná a rozsah jeho používání je odvislý od stupně rozvoje a rozsahu mechanizace. Například dřevorubecké nářadí v těžbě a porostní výchově je nyní používáno v omezeném rozsahu, neboť řadu prací konaných dříve s pomocí ručního nářadí jakožto hlavního pracovního prostředku (přeřezávání stromů a kmenů, odvětvování) nahradila práce motorové pily a křovinořezu, případně jiných strojů (harvestory). Doposud převládá použití ručního nářadí např. při obnovních pracích – při sázení a ochraně lesních kultur. Lze konstatovat, že v současných technologiích výrobních činností lesního hospodářství nacházejí své postavení jak technické prostředky nejjednodušší konstrukce (ruční nářadí), tak prostředky pro animální práci, prostředky pro motomanuální práci i prostředky pro sofistikovanou zcela mechanizovanou výrobní činnost.

2.2. Systematika a názvosloví

Mechanizace lesního hospodářství je v souladu s obecným pojmem mechanizace výroby charakterizována v první fázi jako **proces náhrady přímé ruční lidské práce činností strojů** a zařízení (mechanizačních prostředků), v dalších fázích pak jako proces náhrady práce méně

dokonalých prostředků vyšší formou práce prostředků dokonalejších. Cílem mechanizace je zejména odstranění lidské námahy, zvýšení produktivity a kvality práce. I při nejvyšším stupni mechanizace výroby zůstává člověk jejím přímým řídícím členem. Mechanizace je tedy vývojově předstupněm automatizace výroby.

Proces mechanizace je realizován prostřednictvím mechanizačních prostředků. Podle stupně a úplnosti lze rozlišovat **mechanizaci částečnou** (mechanizovány jen některé výrobní fáze) a **mechanizaci úplnou**, příp. **mechanizaci malou**, využívající jednodušší prostředky, a **mechanizaci velkou**, využívající složitější a rozměrnější prostředky, které zásadně ovlivňují technologii. V jednotlivých státech je pojetí malé a velké mechanizace rozdílné. Tak např. v ČR je toto rozdělení chápáno jednoznačně: za malou mechanizaci jsou považovány např. motomanuální stroje (typickými příklady jsou motorová řetězová pila, křovinořez, či motorový přenosný postřikovač), malé samohybné energetické prostředky (jednoosé malotraktory, dvouosé malotraktory s výkonem do 25 kW, malé vyvážeče – tzv. železné koně, apod.). V zahraničí však mohou být za prostředky malé mechanizace považovány např. i některé harvestory!

Pro lesní hospodářství je typické, že přes veškerý dosavadní technický rozvoj jsou i v současnosti jeho výrobní procesy více či méně zabezpečovány mechanizací částečnou, a to proto, že mnohé pracovní operace či úkony výrobních fází jsou realizovány ručně. V současnosti je možno v lesním hospodářství označit za plně mechanizované výrobní technologie s prvky automatizace jen těžební technologie realizované pomocí těžebně-dopravních strojů (harvestorů a vyvážecích traktorů), případně strojní soustavy na skladech dříví či některé technické a technologické systémy v lesních školkách a ve stavbě komunikací.

Mechanizační prostředky – **stroje**, jimiž je realizován proces mechanizace výroby, získávání surovin, doprava a manipulace všeho druhu, řízení procesů ap. Rozlišují se do tří skupin:

- **energetické** (**hnací**) prostředky, které poskytují energii pro pohon jiných strojů, pro dopravu materiálu, lidí apod. Jsou schopny měnit jeden druh energie (u strojů v LH zpravidla tepelnou či elektrickou) v druhý (nejčastěji v energii mechanickou). Mohou však být opatřeny i vlastními pracovními nástroji, typickým příkladem je přenosná motorová řetězová pila. Mohou být pohyblivé (**mobilní**) nebo **stacionární**.
- **hnané prostředky** (**adaptéry**), kterým energii poskytují energetické prostředky (např. traktory). Hnanými prostředky jsou stroje pro přípravu půdy, sázecí stroje, navijáky pro soustřeďování dříví, sekačky klestu, aj. Spojením energetického prostředku a adaptéru vzniká **souprava**, která je zpravidla dočasná. Výjimkou, typickou pro lesní hospodářství, jsou univerzální kolové traktory opatřené tzv. profesní těžební výbavou (zejména navijákem pro soustřeďování dříví), kdy spojení strojů v soupravu je víceméně trvalé po celou dobu životnosti obou strojů.
- **pomocné**, které slouží např. pro údržbu výrobních strojů.

Mechanizmus je konstrukční část stroje tvořená součástkami (pákový, kolový, vačkový, ap.) nazývaná též ústrojí. Stroj může být tvořen jedním nebo více mechanizmy.

Nástroj je výměnná část stroje nebo nářadí, která je v přímém styku s opracovávaným předmětem (nůž, břit, vrták, fréza, čepel, kladivo, apod.).

Nářadí je pracovní prostředek bez zdroje energie, jednoúčelový, víceúčelový, jednoduchý, složitý, kombinovaný, apod.

Přístroj je zpravidla pracovní pomůcka či zařízení pro měření a zjišťování fyzikálních veličin, v lesnictví též typické přístroje pro aplikaci pesticidních látek (postřikovače, rosiče, apod.).

Technika znamená v oblasti výroby souhrn výrobních prostředků, výrobních způsobů, jakož i znalostí a schopností potřebných k uskutečňování výroby, ovládání určitých pracovních prostředků (řízení strojů), včetně oprav a údržby, s respektováním zásad bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, zásad ekonomické a energetické efektivity a požadavků ochrany prostředí a trvalé udržitelnosti. Technika je tedy širším pojmem než mechanizace i proto, že v sobě zahrnuje jak stroje, tak i ruční nářadí, přístroje a pomůcky včetně prostředků pro animální soustřeďování dříví (tj. technické prostředky), jakož i znalosti způsobů jejich využití. Význam pojmu technika je velmi proměnlivý v závislosti na oboru lidské činnosti, v němž je používán (od umělecké činnosti, přes vědu a výzkum až po současný výklad

související s veškerou lidskou činností spojenou s výrobou). Technika prošla několika vývojovými stádii charakterizovanými úrovní vývoje lidské společnosti.

Zvláštnosti techniky pro lesní hospodářství jsou odvozeny od jeho specifik a náleží k nim například:

- široká a rozmanitá škála vykonávaných činností
- cykličnost výroby
- většina operací se koná ve venkovním prostředí v neupraveném terénu a za pohybu
- závislost na klimatických podmínkách a vlastnostech půdy
- zvýšené nároky na průchodnost terénem a stabilitu strojů
- pracuje se se živým materiálem a v citlivém lesním prostředí, kterým nesmí škodit
- zejména v obnově lesa se pracuje jen ve vymezených obdobích roku
- nesprávná aplikace techniky může mít významné negativní dopady na životní prostředí, případně na bezpečnost a zdraví člověka.

2.3. Soustava strojů

Výrobní činnost je představována sledem (řetězcem) výrobních fází a operací, ve kterých je nutné, aby prostředky, jimiž jsou jednotlivé operace zabezpečovány, na sebe navazovaly jak po stránce kvalitativní, tak i kvantitativní. To znamená, že prostředek využívaný ve vyšší operaci, musí být schopen pracovat s výsledkem práce prostředku z operace předcházející a musí mít takovou kapacitu, aby množství produktů předcházející operace v požadovaném čase zvládl. Tyto požadavky řeší teorie tvorby soustav strojů.

Soustava strojů v lesním hospodářství je účelný soubor mechanizačních prostředků, přístrojů, nářadí a pomůcek různého účelu, které se v rámci dané výrobní fáze navzájem doplňují, svými výstupy a vstupy na sebe navazují a zabezpečují komplexnost a nepřetržitost postupně vykonávaných pracovních operací celé výrobní fáze. Skladba těchto prostředků a její složitost jsou závislé na dané výrobní fázi. Poměrně velmi četná je soustava strojů v lesních školkách, která zahrnuje prostředky pro přípravu půdy, výsev, zásypku výsevu, školkování rostlin, podřezávání kořenů, kultivaci záhonů, chemickou ochranu, závlahu, hnojení, sklizeň atd. V lesní těžbě je tato skladba soustavy strojů jednodušší, např. v motomanuální těžbě může být tvořena motorovou pilou (tato zabezpečí jak operaci kácení, tak i odvětvení a rozřezání stromů), traktorem s těžební výbavou, odvozní soupravou. Ve vysoce mechanizovaných technologiích těžby tvoří soustavu strojů zejména harvestor a vyvážecí traktor či vyvážecí souprava a v návaznosti na ně prostředek pro odvoz dříví.

Úkolem lesního technologa musí být volba optimální kombinace prostředků, které budou schopny jak funkčně, tak i ekonomicky a časově zvládnout požadovanou strukturu prací v daných podmínkách, a to s minimem negativních účinků na člověka a prostředí. Je nutno respektovat fakt, že vlastní uvedení stroje do provozu není smyslem výroby, nýbrž jen jejím nástrojem a musí proto s přihlédnutím k technickým parametrům vyhovovat přírodně-výrobním podmínkám, ekonomickým i organizačním požadavkům. Je nevhodné, aby např. pro těžební úkol v řádu několika desítek m^3 dříví byla navržena harvestorová technologie, která by úkol samozřejmě sice technicky zvládla, avšak za cenu neúměrných nákladů, nebo aby v lesní školce byla navržena progresivní metoda přesného výsevu osiva bez zabezpečení kvalitního závlahového systému nebo dokonalé přípravy půdy.

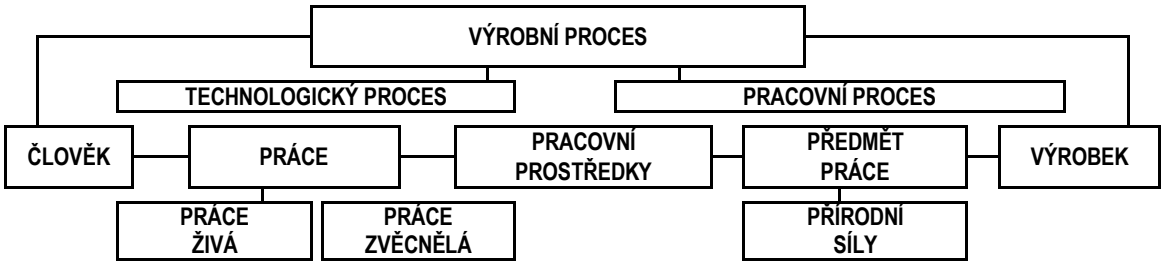
Při volbě soustav strojů je nutno akceptovat:

- zamýšlenou pracovní činnost (např. obnova lesa, výchovná těžba do 40 let, mýtní těžba, apod.)
- přírodně-výrobní vlastnosti pracoviště (stanovištní podmínky, terén, stav půdy, výměra, stáří porostu, období roku, klimatické poměry, dopravní vzdálenosti, dopravní přístupnost, rozčlenění porostu, atd.)
- vlastnosti pracovního předmětu a způsob jeho zpracování (např. druh dřeviny, její rozměry, zdravotní stav, způsob zpracování, forma dodávek výrobků odběrateli, atd.)
- vlastnosti disponibilních strojů a ostatních prostředků (např. stabilita, průchodnost terénem, měrný tlak na půdu, tahová síla, stranový dosah, nosnost, velikost úřezu, provozní spolehlivost, výkonnost, spotřeba paliva, potřeba lidské práce, náročnost na kvalitu obsluhy, nákladovost provozu, atd.).

3. VÝROBNÍ PROCESY V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ

3.1. Struktura výrobního procesu

Výrobní proces je cílevědomá pracovní činnost vytvářející materiální hodnoty. Člověk, jako výrobce, působí ve výrobním procesu, obsahujícím dva propojené procesy: technologický a pracovní, svojí prací prostřednictvím pracovních prostředků na předmět práce. Výsledkem výrobního procesu je výrobek, ve kterém je obsažena jak živá práce výrobce, tak práce zvěcnělá, přecházející do výrobku spotřebou surovin, energií a opotřebením pracovních prostředků. Při rozboru a hodnocení výrobního procesu má značný význam rozlišení živé práce a práce strojů, a to z pohledu délky trvání výroby či její fáze při vícečlenné obsluze určitého stroje či soustavy strojů. Mimo lidské práce se výrobních procesů zúčastňují i přírodní síly. **Výrobní proces v lesní výrobě** je souhrn lidmi různým stupněm regulovaných pracovních a technologických dějů, při respektování člověkem neovladatelných přírodních procesů. Proto jsou v lesním hospodářství prvky výrobního procesu velmi různorodé. Například v lesním školkařství jsou výsledkem výrobního procesu sazenice lesních dřevin, které se v umělé obnově lesa stávají výrobním prostředkem. Výsledkem procesu obnovy lesa je les, který je pro lesní těžbu jedním z výrobních prostředků – zdrojem těžené suroviny.



Tab. 3.1. Členění výrobního procesu

Technologický proces je souhrn dějů výrobního procesu, při kterých se kvantitativně či kvalitativně mění předmět práce, např. změnou tvaru či změnou umístění v prostoru (v těžební činnosti odvětvením stromu nebo soustředěním dříví). Změny se mohou uskutečňovat vynakládáním lidské práce i využíváním přírodních sil (v těžební činnosti představuje takovou kvalitativní změnu dříví způsobenou přírodními silami vysychání).

Pracovní proces je souhrn dějů výrobního procesu, během kterých pracovní síly (lidé) přímo svojí prací (s pomocí pracovních prostředků, tj. nástrojů a strojů) v daném prostoru a čase přetvářejí předměty práce na výrobky, nebo pro takové přetváření přírodními silami vytvářejí předpoklady (příprava půdy pro přirozené zmlazení).

Výrobní postup je sled, ve kterém se uskutečňují jednotlivé děje výrobního procesu. Ději rozumíme operace i přírodní děje, charakterizované parametry a rozsahem, které vytvářejí konečný produkt za určitých konkrétních podmínek ekonomických, přírodních a časových.

Technologický postup je sled, ve kterém se ve výrobním procesu uskutečňují mechanické, chemické nebo biologické změny, při kterých zasahují do výrobního procesu jednotlivá technologická (strojní) zařízení.

Technologie je způsob aplikace poznatků z přírodních, technických, ekonomických a organizačních věd, prioritně z fyziky, chemie a biologie, do výrobního procesu, při němž se projevují mechanické, chemické a biologické změny pracovního předmětu. Pojem technologie označuje i nauku o výrobních způsobech a postupech.

Technologickým řetězcem rozumíme stroje a zařízení vstupující do technologického procesu v časovém sledu podle technologického postupu.

Výrobními prostředky jsou materiál, suroviny, prostředí, nástroje, nářadí, stroje, přístroje, zařízení, budovy, komunikace, aj., (tj. pracovní prostředky a předmět práce).

Výrobci jsou lidé, kteří se nějakým způsobem účastní výrobního procesu, tj. manuelní pracovníci, řídící pracovníci, pracovníci údržby atd.

Pracovní postup je způsob provedení výrobního procesu, stanovený sledem operací vykonávaných člověkem, které spolu bezprostředně souvisejí, vzájemně se ovlivňují, a jsou nutné ke splnění úkolů pracovního procesu. Je spojen s určitým technologickým postupem charakterizovaným použitím určitého druhu pracovního prostředku a stanovuje způsob jeho použití. Velmi zjednodušeně je to časový sled, ve kterém člověk zasahuje do výrobního procesu svou prací.

Výrobní proces se uskutečňuje v jednotlivých výrobních fázích, v určitém sledu za sebou.

Výrobní fáze je uzavřenou jednotkou, ve které se uskutečňuje několik výrobních operací ve sledu podle výrobního postupu, v níž se završí jedna fáze (etapa) práce na zhotovení výrobku.

V těžební činnosti považujeme za výrobní fáze:

Těžba dříví	Soustřeďování dříví	Odvoz dříví	Výroba sortimentů

Samostatně může být vyčleněna fáze příprava pracoviště (zřízení skládek a nájezdů na linky, pomístné zpevnění linek), nebo skladování dříví (zejména dlouhodobé skladování dříví pod postřikem v období nadbytku dříví na trhu). Časové pořadí a skladba výrobních fází přitom závisí na použité těžební metodě.

Produkce prostokořenného školkovaného sadebního materiálu v lesní školce může sestávat z těchto výrobních fází:

Příprava půdy	Školkování	Pěstování zaškolených semenáčků

Pracovní (výrobní) operace je základní, stejnorodou a ucelenou složkou výrobního procesu (a současně částí výrobní fáze), vedoucí ke změně stavu, vlastností nebo místa pracovního předmětu, kterou vykonává bez přerušení jinou činností jeden nebo skupina pracovníků na jednom předmětu práce na jednom pracovišti. Není rozhodující, zda je operace provedena ručně nebo strojově. Ne vždy musí být v konkrétních výrobních podmínkách nutně vykonány veškeré možné operace, rovněž jejich pořadí se může změnit v závislosti na zvoleném pracovním postupu.

Ve výrobní fázi **těžba dříví** považujeme za pracovní operace:

Kácení stromu	Odvětvování	Odkorňování	Zkracování	Snášení	Ukládání

Ve výrobní fázi soustřeďování dříví považujeme za pracovní operace:

Vyklizování, vynášení	Sestavení nákladu	Přibližování, vyvážení	Třídění na OM	Ukládání na skládku	Jízda do porostu

Ve výrobní fázi **odvoz dříví** jsou pracovními operacemi:

Nakládání dříví	Jízda s nákladem	Skládání dříví	Jízda bez nákladu

Ve výrobní fázi **výroba sortimentů** jsou pracovními operacemi:

Rozvalování skládky	Měření	Příčné přeřezávání	Třídění	Odkorňování	Štípání	Štěpkování	Ukládání	Adjustace

Některé operace nemusí být provedeny vůbec, nebo mohou být přeneseny do jiné výrobní fáze a na jinou lokalitu. Např. odkorňování nemusí být provedeno vůbec, a odvětvování může být přesunuto až na manipulační sklad. Časové pořadí operací uvnitř výrobní fáze závisí na použité těžební metodě a technologickém a pracovním postupu.

Ve výrobní fázi **příprava půdy** ve školce mohou být tyto pracovní operace:

Orba	Smykování	Vláčení	Hnojení	Frézování	Tvarování záhonů	Desinfekce půdy

Ve výrobní fázi **školkování semenáčků** ve školce mohou být tyto pracovní operace:

Dovoz semenáčků	Školkování

Ve výrobní fázi pěstování zaškolkovaných semenáčků ve školce mohou být tyto pracovní operace:

Závlaha	Přihnojování	Pletí a kypření	Ochrana rostlin

Pracovní úkon je základní složkou operace, představující oddělenou a ukončenou jednoduchou činnost na předmětu práce, vyznačující se stálostí pracovního prostředku. Počet pracovních úkonů ve výrobní operaci je velmi proměnlivý, a závisí na její složitosti. Např. operace ruční okopávání sazenic ve školce sestává ze dvou úkonů: příprava nářadí, vlastní okopávání; kácení stromu motorovou pilou sestává z: vyhledání stromu určeného k těžbě, určení směru jeho pádu, úprava okolí stromu a ústupové cesty, úprava spodní části stromu a odřezání kořenových náběhů, vytvoření směrového zářezu, vytvoření bělových řezů, opásání kmene stromu spínačem, vytvoření hlavního řezu, uvedení stromu do pádu, stažení zavěšeného stromu, odříznutí třísky, úprava pařezu.

Pohyb je nejmenší klasifikovatelná část pracovní činnosti, a základní prvek úkonu. Jedná se změny polohy končetiny, nebo celého těla pracovníka.

<table>
<tr><td colspan="8">Výrobní proces „VÝROBA SUROVÉHO DŘÍVÍ“</td></tr>
<tr><td colspan="8">Výrobní fáze</td></tr>
<tr><td colspan="6">Těžba dříví</td><td>Soustřeďování dříví</td><td>Odvoz dříví</td><td>Výroba sortimentů</td></tr>
<tr><td colspan="6">Operace</td><td colspan="3" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>kácení</td><td>odvětvování</td><td>odkorňování</td><td>zkracování</td><td>snášení</td><td>ukládání</td></tr>
<tr><td colspan="6">Úkony</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>1 – n.
Pohyby
1 – n.</td><td colspan="7">Úkony v operaci kácení: vyhledání stromu určeného k těžbě, určení směru jeho pádu, úprava okolí stromu a ústupové cesty, úprava spodní části stromu a odřezání kořenových náběhů, vytvoření směrového zářezu, vytvoření bělových řezů, opásání kmene stromu spínačem, vytvoření hlavního řezu, uvedení stromu do pádu, stažení zavěšeného stromu, odříznutí třísky, úprava pařezu</td></tr>
</table>

Tab. 3.2. Hierarchické členění výrobního procesu „Výroba surového dříví“

3.2. Organizace práce

Cílem organizace práce je dosáhnout v konkrétních podmínkách optimálních výsledků. Měřítko optimálnosti však může být skupinové (firemní), nebo celospolečenské. Vzhledem k tomu, že jen výjimečně je k dispozici jen jediné řešení, nelze spoléhat na způsoby intuitivního řízení, ale nutné je zapojit do organizace práce jednoduché optimalizační, či alespoň objektivizační metody. Začít organizovat práci ve chvíli, kdy již stroj s posádkou stojí v porostu, je pozdě. Organizace výroby musí začínat již v předvýrobní fázi, aby mohl být včas proveden optimalizovaný výběr z možných variant. **Organizace práce v těžební činnosti** musí např. brát v úvahu tyto varianty:

- Těžební metoda
- (kmenová, stromová, sortimentní, případně technologie se štěpkováním a drcením)
- Podíl manuální, animální, strojové práce
- (manuální, animální, mechanizované technologie, využití gravitace)
- Počet pracovníků
- Pracovní postup kontinuální či nekontinuální (diskontinuální)
- Doby provedení těžby (zimní, letní)
- Směr pohybu dřevorubce (stroje) po těžební ploše)
- Pracovní režim (u mechanizovaných technologií)
- Směr kácení stromů (od linky, k lince).

3.2.1. Počet pracovníků

Za nejvýhodnější "pracovní kolektiv" je považován jednotlivec, protože zvyšování počtu pracovníků ve skupině nezvyšuje výkonnost skupiny lineárně. Je-li výkonnost jednotlivce 100 %, ve dvojici je to

dvakrát 90 %, ve tříčlenné skupině třikrát 81 %, a již při čtyřech pracovnících odpovídá výkonnost jen třem. Početné pracovní skupiny jsou tedy neefektivní.

Počet pracovníků ve skupině	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
Relativní výkonnost 1 pracovníka v %	100	90	81	73	66	59	53	48	43	39	32

Tab. 3.3. Závislost relativní výkonnosti pracovníka na počtu osob ve skupině

Při těžbě dříví **individuálním způsobem** vykonává **jednotlivec** všechny pracovní operace sám. Výhodou je, že si sám určuje pracovní tempo podle svých fyzických a psychických dispozic, a pracovní výkonnost závisí na jeho zručnosti, pracovní intenzitě a využití pracovního času. Vhodné je i to, že jej individuální způsob práce nutí vykonávat všechny druhy prací, a střídá tak zatížení různých svalových skupin a práci s JMP i bez ní. Individuální těžba neznamená **osamoceně pracujícího dřevorubce**! Z důvodu bezpečnosti práce a možné vzájemné výpomoci při fyzicky namáhavých pracích, např. stahování zavěšených stromů, nesmí individuálně pracující dřevorubec pracovat osamoceně, tzn., že v porostu musejí být minimálně dva dřevorubci, nebo dřevorubec a pracovník jiné profese. Na pracovišti se musejí nejméně 1 x za půl hodiny vzájemně kontrolovat, a v poučení OBP musí být tato povinnost oběma pracovníky stvrzena podpisem. Podle vnitřních pravidel firem nenahrazuje vzájemná kontrola kontrolu technickým pracovníkem.

Skupinou rozumíme **dvojici** a **vícečlenné skupiny**, které mohou být skupinovým nasazením jednotlivců; skupinou s vnitřní specializací; anebo komplexní četou.

Těžba ve dvojici se používá jen v případech kácení stromů velkých dimenzí a při zvláštních způsobech kácení (vyhnilé stromy, stromy nesouměrně rostlé, dvojáky) kdy je nezbytné, aby jeden člen skupiny trvale klínoval strom do žádoucího směru pádu. Rovněž v kalamitních těžbách bývá těžba ve dvojici poměrně častá. Ve všech ostatních případech se dává přednost individuálně pracujícímu dřevorubci.

Těžba ve vícečlenné skupině je buď **skupinové nasazení jednotlivců**, nebo **skupina s vnitřní specializací**, ve které se uplatňuje profesní specializace. V podmínkách ČR bylo po 2. světové válce obvyklé, že předkacování stromů bylo prováděno motorovou pilou (kácečem a jeho pomocníkem), ale pokácené stromy byly odvětvovány sekerami skupinou odvětvovačů. V rozvojových zemích se jedná o způsob nadále zcela běžný. Ve všech formách práce ve skupině musí být vždy jeden pracovník stanoven jako vedoucí skupiny, z důvodu adresné odpovědnosti.

Aby bylo možné považovat skupinu (dvojici) za **komplexní četu**, musí splňovat tyto podmínky: počet pracovníků (dva a více); společné odměňování za práci; a společné vykonávání minimálně dvou za sebou následujících výrobních fází (těžba dříví + soustřeďování dříví; těžba dříví + soustřeďování dříví + výroba sortimentů na odvozním místě). **Výhodou práce v komplexní četě** je urychlení výrobního procesu od pokácení až po prodej dříví. Zkrácením času výroby a dodání se snižuje možnost znehodnocení vyrobeného dříví fyzikálními vlivy (výsušné trhliny, napadením hmyzem a infekcí dřevokaznými houbami). Zkrácení doby výroby má i výrazný ekonomický efekt, protože zkracuje dobu, po kterou výrobce finančně zálohuje výrobu. **Nižší spotřeby času se v komplexní četě dosahuje:**

- návazností operací
- dříví pro soustřeďování se „nehledá“, ale traktorista (kočí) jede tam, kde se kácí
- překryvem operací
- dřevorubec váže úvazky, traktorista nevystupuje z traktoru, časové využití traktoru vzrůstá
- mechanizovaným (animálním) prováděním jinak ručních prací
- stahování zavěšených stromů traktorem, resp. potahem
- vypuštěním operací, nebo jejich částí
- kmeny se neobrací, odvětvuje se jen shora, protože zbývající větve jsou olámány soustřeďováním dříví
- společnou mzdovou motivací
- všichni členové skupiny jsou zainteresováni na množství dříví dopraveného na OM, to je motivuje k zastupitelnosti a vzájemné pomoci i usnadňování práce směrovým kácením navazujícím na směr vyklizování, ideální velikostí nákladů (balíků) a omezením prostojů (např. prořezávka v sousedním porostu v době opravy traktoru, atd.).

Výběr pracovníků do komplexních čet je obtížný. Musí to být snášenliví lidé, ne hašteřivé a destruktivní typy, a vedoucím čety by měl být ten, kdo má přirozenou autoritu. Z důvodu jednoduché dopravy na pracoviště by měli mít stejné místo bydliště, nebo alespoň na stejné trase jízdy. V žádném případě nezařazovat do komplexních čet nadprůměrné pracovníky, ale jen průměrné a podprůměrné. Jen ti si totiž v komplexní četě polepší. Nadprůměrní „dělají“ na průměrné a jsou proto nespokojeni! **Nevýhodou komplexních čet** je nutnost určité mzdové kompenzace, protože prostoje v četě se na rozdíl od jednotlivce sčítají. Významná část pracovníků hledá v lesním hospodářství volnost, a organizací práce v četě ji ztrácí, proto je k práci v četě nechuť. Zejména při delší práci mimo bydliště, kdy spolu členové čety tráví i nepracovní čas, je nebezpečí "ponorkové nemoci", což je doslova vzájemná alergie členů skupiny na sebe. Pro komplexní četu je bohužel obtížné sladění počtu pracovníků v těžbě s kapacitou přibližovacího prostředku při měnících přibližovacích vzdálenostech. Řešením nemůže být neustálé měnění počtu těžařů (jak je často uváděno v učebnicích), ale technologická typizace, tj. přidělování obdobných pracovišť různě početným skupinám a s rozdílně výkonnými přibližovacími prostředky. To vyžaduje určitou velikost organizační jednotky. V případě užívání jen jediného typu prostředku není co optimalizovat. Organizačním opatřením může být i přecházení jednoho těžaře z porostu na manipulaci na OM v průběhu směny.

3.2.2. Pracovní postupy kontinuální a diskontinuální

Pro motomanuální a animální technologie je typická **diskontinuální výroba**, při které se na každé lokalitě mění použitý prostředek, a navazující prostředek není na pracovišti současně s prostředkem předcházejícím. Jako příklad lze uvést vytěžení porostu motorovou pilou. Až je porost dokončen, přijde kůň, aby dříví soustředil. Po soustředění veškerého dříví na skládku je dříví odvezeno na sklad, kde proběhne manipulace. Mezi směnovými výkonnostmi jednotlivých prostředků jsou obrovské rozdíly, ale ke kolizi nedochází, protože rozdílnost výkonnosti mezi prostředky vyrovnávají mezioperační zásoby.

Těžba	Soustřeďování	Odvoz	Manipulace na skladě
Lokalita P	P-OM	OM-MES	MES
Motorová pila	Kůň	Odvozní souprava	Skladové vybavení

Tab. 3.4. Schéma diskontinuální výroby

Při úplně a částečně mechanizované výrobě surového dříví se uplatňuje průmyslová metoda práce, **proudová výroba**, při které musí být výrobní proces časově a prostorově sladěný. Kontinuálnost, či diskontinuálnost výroby posuzujeme nejen mezi fázemi výroby, ale i mezi operacemi. Kontinuální pracovní postupy mají několik variant. **Pracovní postup kontinuální sériový** je typický pro harvestor, při jehož práci následují jednotlivé operace kácení, vyklizování (vynášení pokáceného stromu nad linku), odvětvování a výroba a ukládání sortimentů, plynule po sobě, s absolutní výkonovou shodou.

Kácení	Vyklizování	Odvětvování	Výroba sortimentů	Ukládání sortimentů

Tab. 3.5. Schéma pracovního postupu kontinuálního sériového

V jiných výrobních odvětvích je při nasazení soustav jednooperačních strojů používán **pracovní postup kontinuální souběžný (paralelní)**, jehož princip spočívá v tom, že v okamžiku ukončení jedné operace na jednom stroji, okamžitě začíná následující operace na dalším stroji. V těžbě a dopravě dříví si lze tento postup teoreticky představit u soustavy jednooperačních těžebních strojů – např. káceč, samohybný naviják, odvětvovací stroj (manipulační souprava), přibližovací prostředek, ale jejich absolutní výkonové sladění je nereálné.

Káceč
Samohybný naviják
Odvětvovací stroj
Přibližovací prostředek

Káceč
Přibližovací prostředek
Manipulační souprava

Tab. 3.6. Teoretické technologické řetězce při postupu kontinuálním souběžném (paralelním)

Pokud se pracovní postup kontinuální souběžný, doplní o přiměřené mezioperační zásoby, vyrovnávající nerovnoměrnost směnových výkonností strojů zařazených do technologického řetězce, a případné výpadky produkce vzniklé poruchou či prostojem; vznikne pracovní **postup kontinuální souběžný (paralelní) s mezioperační zásobou**, kdy na pracoviště najíždějí stroje postupně, vždy až

předchozí stroj vytvoří dostatečnou mezioperační zásobu. Typické je to pro harvestorové uzly, kdy vyvážecí traktor najíždí na pracoviště až poté, co je jeho část vytěžena, a to i proto, aby se na jedné lince vzájemně neomezovaly či neohrožovaly s harvestorem.

Těžba a výroba sortimentů harvestorem	
	Vyvážení sortimentů

Tab. 3.7. Postup kontinuální souběžný s mezioperační zásobou při nasazení harvestorového uzlu

Vzhledem k tomu, že má kontinuální výroba řadu výhod, dává se jí přednost, pokud lze mezioperační zásobou výrobní proces kapacitně sladit. Kde to není možné, nebo by byla návaznost zranitelná, použije se nekontinuální pracovní postup, kterému se dává přednost na malých a tvarově nevhodných pracovištích, kde by současný pohyb více osob a prostředků vytvářel vzájemné ohrožení; při velkých výkonnostních rozdílech strojů; a nízké provozní spolehlivosti některého prostředku. Čím více uzlových bodů (ve kterých se mění prostředek) má konkrétní technologie, tím je dosažení kontinuálního pracovního postupu obtížnější.

3.2.3. Pracovní režimy

Obsluha víceoperačních strojů je psychicky náročná, a proto by ji operátor neměl vykonávat celou pracovní dobu. Z tohoto důvodu existují různé pracovní režimy, ve kterých se pracovníci na strojích střídají při zachování rozumného denního, týdenního a měsíčního úhrnu pracovní doby, a při co nejvyšším časovém využití stroje. Obvyklým opatřením je střídání operátora harvestoru (náročnější obsluha) a vyvážecího traktoru (jednodušší obsluha), s případným kácením JMP netvárných listnatých stromů a s krátkým volnem.

	Harvestor	Vyvážecí traktor	JMP	Volno	Celkem hodin
Operátor 1	6		2	1	9
Operátor 2	6		2	1	9
Operátor 3		7,5	1	0,5	9
Operátor 4	4	3,5	1	0,5	9
Celkem	16	11	6	3	36

Tab. 3.8. Příklad denního pracovního režimu

Denní **pracovní režim** může být kombinovaný s turnusovým provozem, kdy rozdělení do turnusů bývá u každé firmy jiné. **Turnusový provoz** 10/5 znamená 10 pracovních dnů (5 směn ranních, 5 směn odpoledních) a 5 dnů volna. Každý pracovník by měl mít za měsíc 20 pracovních dnů a10 dnů volna, ale v některých schématech k takovému vyrovnání nemusí dojít každý měsíc.

3.3. Logistika

Termín **logistika** začala používat francouzská armáda za Ludvíka XIV. (1660-1700), když si velení armády uvědomilo, že úspěch vojenských operací nezávisí jen na typu zbraní a počtu vojáků, ale že o bojové síle armády rozhoduje i pohyblivost vojska a přísun potravin a munice z týlu k válčícím vojákům, a organizaci dopravy vojáků, potravin a materiálů, včetně plánování a řízení stavu zásob nazvala logistikou. Poté termín logistika upadl v zapomnění, aby se v posledních desetiletích objevil nejen ve vojenské terminologii, ale i civilní podnikové praxi, ve které se týká nejen toku zboží, ale i tokům informací a peněz. Optimálním sladěním těchto tří toků se zabývá **integrální logistika**.

Logistika (**integrální logistika**) je optimalizované řízení toku materiálů, informací a peněz, který je v souvislosti s určitým (výrobním) procesem. Obecným cílem podniku je maximální zisk s minimem vložených prostředků, proto jsou logistické cíle formulovány tak, aby řízený tok materiálů, informací a peněz vedl k maximálnímu obratu při minimálních nákladech a s minimálními investicemi. Krátkodobé zvýšení výroby si tak vyžádá zpravidla jen předzásobení a přesčasovou práci, či krátkodobé najmutí agenturních dělníků, dlouhodobé zvýšení výroby vyžaduje investice a (nebo) zvýšení počtu zaměstnanců. **Vnitřní logistické cíle** zvyšující výnosovost podniku mohou směřovat ke snížení výrobních nákladů, nebo ke snížení investovaného kapitálu. **Vnější logistické cíle**, přispívající krátkodobě, střednědobě i dlouhodobě ke zvyšování obratu, lze definovat jako optimální obsluhu zákazníka, případně zahrnutí požadavků zákazníka do logistické politiky podniku - krátké a spolehlivé dodací lhůty, pružnost organizace, komplexnost a úroveň služeb. Na podnicích přebírají odpovědnost

za řízení toku materiálů, informací a peněz logistické útvary (manažeři pro logistiku), formulující cíle logistického systému jako celku, a zajišťující, aby se tyto cíle vůbec uskutečnily! V rámci logistického systému totiž existuje řada subsystémů, v nichž zlepšení fungování jednoho prvku může jít na úkor funkce jiného prvku. (Např.: Nízké ceny nakupovaného materiálu, vykoupené množstevním rabatem, zvyšují náklady na nákup velkého množství materiálu i náklady na uskladnění materiálu a manipulaci s ním, a vzrůstá nebezpečí neprodejnosti zásob při změně výroby. Malé výrobní série snižují objem vázaného kapitálu, ale při zvýšení poptávky není podnik schopen vyhovět, a jeho místo na trhu převezme jiný. Vyšší úroveň dodavatelských služeb může být vykoupena vysokými zásobami hotových výrobků a náhradních dílů, doprovázených vysokým objemem vázaného kapitálu. Rychlá inovace přináší riziko neprodejnosti výrobků (starých, nebo i nových, pokud se inovace nezdaří) a riziko nevyužitelnosti materiálů nakoupených pro výrobu.)

Materiálový tok se skládá z
- vstupu (nakupované suroviny a materiály)
- průchodu (toku rozpracovaných výrobků výrobním procesem)
- výstupu (toku hotových výrobků z výrobního procesu k zákazníkům).

Tyto prvky na sebe v praxi úplně nenavazují, a proto je na vstupu vyrovnávací zásoba tlumící nerovnoměrnosti nákupu i výroby, a ze stejných důvodů existuje vyrovnávací zásoba hotových výrobků na výstupu. V lesním hospodářství se na vstupu jedná o zásoby materiálů, pohonných hmot a náhradních dílů, a na výstupu o surové dříví. Pro tlumení důsledků nedostatečného sladění výroby jsou vkládány další mezioperační zásoby dříví na lokalitách P, VM a OM, což výrobu prodlužuje s rizikem znehodnocení dříví, nespolehlivými dodacími lhůtami a částečně splněnými (opožděnými) zakázkami. Tyto jevy - **symptomy špatného logistického řízení**, se ve větší či menší míře vyskytovaly vždy, ale dnes mají vážnější následky, protože trh klade vyšší požadavky na rychlost a přesnost dodavatelů.

Informační tok se skládá ze signálů, uvádějících do pohybu materiálový tok. Jsou to
- objednávka zákazníka
- výrobní plán (co, a kdy vyrobit)
- plán potřeby materiálu (vytvořený na základě výrobního plánu)
- objednávky na materiál a suroviny.

Má-li být materiálový tok udržen v přijatelných mezích, vyžaduje to vyšší náklady na řízení a informační systémy. Logistické informační systémy by měly být modulární, aby změny v jednom subsystému nenarušily jiné subsystémy, a hranice subsystému by neměly být určovány organizační jednotkou, ale logistickým procesem.

Peněžní tok je tvořen
- **prvotním peněžním tokem**, skládajícím se z
  - příjmů od zákazníků za dodávky zboží a služeb
  - plateb dodavatelům za jimi dodané zboží a služby
  - zaměstnancům a sociálním fondům za práci
  - plateb za nákup budov, zařízení, strojů
- **druhotným peněžním tokem**, platbami za právo disponovat cizími penězi, tj. dividendy a úroky za poskytnutí peněz (majetku) pro potřeby podniku

Ošidný je zejména druhotný peněžní tok, který může při předlužení podniku způsobit jeho nesolventnost.

3.4. Normy spotřeby času

Jednou z nejdůležitějších charakteristik úrovně společenské produktivity práce je spotřeba času na určitou pracovní úlohu. Proto je součástí racionalizace práce zkoumání, analýza a normování spotřeby pracovního času. Spotřeba času se vyjadřuje v normohodinách (Nh) a setinách normohodin, 1 Nh = 1 časová hodina při normovaném, tj. 100% výkonu. Pro časová měření se proto používají stopky se setinným členěním. **Normy spotřeby času** (**výkonové normy**) slouží pro evidování vykonané práce a k odměňování za ni, ale i pro kapacitní a nákladové kalkulace, kalkulace vyjednávací a smluvní ceny za vykonání práce, porovnávání různých technologií, apod. První časoměrné studie, a na základě nich vytvořené výkonové normy vznikly při stavbě Velké zdi v Číně za dynastie Han, 200 let př. n. l., a

první časoměrná studie, použitá pro srovnání dvou technologií lesnických činností, kácení sekerou a ruční pilou, je doložena ve Švédsku z roku 1855 (Asbjørnsen).

Výkonové normy se dělí na

- **normy času** (Nč)
  udávající nezbytně nutný čas na vykonání jednotky práce m^3, prm, ar, ha, 10 ks, např. Nč = 0,12 h/10 ošetřených sazenic
- **normy množství** (Nm)
  udávající množství práce, které má být vykonáno za jednotku času, např. Nm = 1,4 m^3 odvětvených kmenů/h.

Normy spotřeby času se člení na

- **čas jednotkové práce** (**čas efektivní práce**) čistý čas operací nebo jejich částí
- **čas dávkové práce**, který je na jednom pracovišti čerpán jen jedenkrát při jeho převzetí a předání převzetí pracovního příkazu, identifikace pracoviště, seznámení s pracovním postupem na pracovišti a požadavky na druhování dříví, poučení OBP, úprava prostoru pro skládky, postavení lesanky, uložení sudů s PHM, atd., a při ukončení práce čas na předání pracoviště, případně na přejímku vyrobeného dříví.
- **čas směnové práce**, čerpaný na práce opakující se každou směnu, zahájení a ukončení práce (příprava a uložení nářadí, úklid a zabezpečení pracoviště), příprava stroje k práci, startování, denní údržba, čištění, broušení řezací části, mazání, doplňování paliva, seřizování, běžné opravy. (Čím je stroj složitější, tím delší je čas denní údržby**.** Čas směnové práce může být řešen i samostatným normativem, např. krmení koní či denní držba).
- **čas nevyhnutelných přestávek** je časem na oddech – 20 minut za směnu (+ mikropauzy po fyzicky namáhavých úkonech - stažení zavěšeného stromu apod.), časem na jídlo – dvakrát 15 minut za směnu, a časem na přirozené potřeby – 15 minut za směnu.
- **čas normativní celkem** zahrnující čas jednotkové práce, podíl dávkové práce, podíl směnové práce (může být i samostatný normativ) a čas nevyhnutelných přestávek.

Čas normativní vystihuje spotřebu času na vykonání určité **operace za normálních podmínek, průměrným pracovníkem** (z hlediska fyzických předpokladů i zručnosti a zapracovanosti), **který má pro vykonávání požadované operace příslušnou kvalifikaci, je pro výkon uvedené práce vybaven a dodržuje stanovené zásady ochrany a bezpečnosti práce a určené technologické a pracovní postupy.** Hovoříme též o společensky nutné spotřebě pracovního času.

Před vystavením výkonové normy je nutné se podrobně seznámit s tím, co její tvůrce považuje za normální pracoviště a normální pracovní postup, a uvědomit si, co je zahrnuto v základním normočase. Pokud se podmínky práce na konkrétním pracovišti odlišují od normálních, je čas normativní procenticky upravován ve směru kladném nebo záporném použitím **limitních přirážek a srážek** (srážky jsou vždy minimálně o x %, přirážky vždy maximálně o y %). Při soustřeďování dříví koněm může být normálním pracovištěm rovina, půdní povrch příznivý (terénní třída I.), dřevina smrk, dříví odkorněné a proschlé, a normálním pracovním postupem může být soustřeďování jedním koněm z P na OM, bez navalování dříví na skládce do větší výšky než 80 cm, s tříděním dříví na OM na dva sortimenty. Jako příklad pro použití limitních srážek při soustřeďování dříví koňmi je přibližování po svahu, použití kolesny a střídání koně. Jako příklad použití přirážek přibližování kulatiny v kůře, přibližování krátkých výřezů, práce s nezapracovaným potahem a práce s lehkým koněm. Hmotnatosti pro soustřeďování dříví se přejímají z těžby, jen pokud se dříví před soustřeďováním nekrátí! Jinak se přepočítávají dle číselníku. Pro práce, které nemusejí být součástí standardního pracovního postupu, se jen pro skutečně odpracovaného množství technických jednotek používají **doplňkové normativy** (v Nh). Limitní přirážky a srážky se tedy používají na celé množství vykonané práce, ale doplňkové normativy jen na množství, ke kterému se skutečně vztahují!

Zadávací list obsahuje údaje potřebné pro vystavení výkonové normy, ale používají se údaje známé v okamžiku zadání práce. Jedná se tedy o vystavení úkolového listu nanečisto. Po ukončení práce je vystaven **úkolový list**, obsahující definitivní údaje rozhodné pro odměňování za práci – např. výšku sněhové pokrývky v průběhu prací, teplotu a klimatické podmínky, ve kterých byly práce vykonány, skutečnou hmotnatost těžených stromů (zjistitelnou až příjmem vyrobeného dříví), atd. **Výkonová**

norma pro kalkulaci délky pobytu na pracovišti, uváděná **v technologické kartě** se používá jen pro hrubý odhad doby, po kterou bude příslušný prostředek nebo těžební skupina na pracovišti. Proto se při jejím vystavování neuvažují limitní přirážky na počasí, průměrná hmotnatost se přebírá z lesního hospodářského plánu, a přibližovací vzdálenost se odhaduje z mapy.

Ve výkonových normách pro fázi těžba dříví, se za operace (ke kterým se vztahuje čas jednotkové práce) považují: předkacování stromů, odvětvování stromů, krácení stromů na výřezy, kroužkování kmenů (výřezů), odkorňování kmenů (výřezů), obracení kmenů (výřezů), přecházení od stromu ke stromu (na dalších 10 m), výroba rovnaného dříví. Ve fázi soustřeďování dříví se jedná o jízdu do porostu bez nákladu, vyhledání kusu dříví a upnutí úvazku, jízdu z porostu s nákladem, uložení dříví na hromadu, odepnutí úvazku. Ve fázi odvoz dříví se jedná o jízdu bez nákladu, nakládání dříví, jízdu s nákladem, skládání dříví. Tak lze sestavit výkonovou normu přesně podle činností, které má konkrétní pracovník vykonat.

Normy spotřeby času neobsahují **časové ztráty** (způsobené pracovníkem, organizací, nebo nepříznivým počasím), protože nejsou součástí pracovního postupu. Pokud k nim ve skutečnosti dojde, musí být řešeny řídícím pracovníkem jako nedostatky v organizaci a řízení práce, s výjimkou ztížení práce vyvolaného přeháňkami, které je řešitelné limitními přirážkami.

Normy spotřeby času rozdělujeme na **technicky zdůvodněné normy**, vzniklé na základě dostatečného počtu časoměrných studií, a **technicky nezdůvodněné normy**, které jsou stanovením denního úkolu bez podložení časoměrnými studiemi, nebo jsou odvozeny od normy příbuzné použitím empiricky stanoveného koeficientu. **Fyziologicky zdůvodněné normy** jsou takové, při jejichž konstrukci se zohledňuje energetický výdaj v průběhu směny (do času operace jsou zahrnuty i mikropauzy – několika vteřinové přestávky po energeticky či psychicky náročných operacích) a přerušování směny z důvodů dodržení závazného pracovního režimu. Pokud stroj překračuje hlučností a vibracemi limity hygienické normy, je jeho provoz přípustný, jen pokud je pro něj vypracován **závazný pracovní režim**, ve kterém musí být stanoveno, kolik minut čistého času za směnu smí pracovník se strojem pracovat, kolikrát nejméně musí být práce za směnu přerušena a na jak dlouho. Tyto podmínky pak musí fyziologicky zdůvodněné normy respektovat. Např. po 30 minutách práce s JMP musí být práce s JMP na 10 minut přerušena vykonáváním pomocných a přípravných prací bez hluku a vibrací. Závazný pracovní režim též stanovuje, jaké ochranné pomůcky (snižující riziko pracovního úrazu či vzniku choroby z povolání) musí pracovník při práci používat.

Plnitelnost výkonových norem nebývá 100 %, ale obvykle se mírně liší jak směrem nahoru tak dolů, průměrná plnitelnost výkonových norem se pohybuje v rozpětí 105 - 115 %. Příčinou výrazného neplnění výkonové normy bývá nejčastěji přehlédnutí při jejím vystavení; méně často nesplnění fyzických dispozic pracovníka (horší tělesná dispozice, stáří); nezapracovanost; nevybavení pracovníka pomůckami, které výkonová norma předpokládá (měření délek těženého dříví metrovkou místo pásmem); nedodržování pracovní doby; nedostatky na pracovišti (nevhodná příprava pracoviště, nevhodný pracovní postup) a „malé pracoviště". (Na každém pracovišti si pracovník zvyká na nové podmínky a 100% výkonnosti dosahuje obvykle až ve třetí směně. Je-li pracovník nasazen na malé pracoviště, nemá prakticky možnost 100% plnění výkonové normy docílit. Při používání různých technologií je potřeba si uvědomit, že pro každou technologii platí jiná hodnota pro zařazení do „malého pracoviště“ – jiné množství m^3 to bude pro soustřeďování dříví koněm a jiné pro soustřeďování vyvážecí soupravou). Jen zcela výjimečně je příčinou neplnění výkonové normy její přílišná tvrdost. Příčinou výrazného překračování výkonové normy bývá nejčastěji rovněž přehlédnutí při jejím vystavení; nedodržování režimu práce (vynechávání předepsaných přestávek při práci s motorovou pilou); ignorování OBP (vzájemné vstupování do ohroženého prostoru, nevyklizení ústupové cesty); nedodržení kvality práce (odvětvení stromu jen s horní strany); nedodržení předepsané technologie (norma vystavena na koně, soustřeďování realizováno traktorem) a úprava hmotnatosti těžených stromů (záměrné dokácení nevyznačených tenkých stromů z podúrovně, záměna tyčí a tenkých surových kmenů při příjmu dříví). Jen výjimečně je příčinou vysokého překračování plnění výkonových norem skvělý fyzický fond, mimořádná zručnost a perfektní technika práce.

Při použití norem spotřeby času ke **kapacitním a nákladovým kalkulacím** se pracuje s následujícími pojmy a hodnotami: **Kalendářní fond pracovní doby** je 365 dní. **Průměrná délka směny stálého**

dělníka se uvažuje 8,8 hodiny, ale při trendu poklesu, protože klesá podíl přesčasové práce a postupně se zvyšuje nevyužívání délky směny - např. lékařským ošetřením. **Průměrný počet směn odpracovaných stálým dělníkem** je 220, ale rovněž relativně rychle klesá. Odpovídá zhruba 10 měsícům práce, 1 měsíci dovolené a 1 měsíci nemoci. **Počet hodin odpracovaných stálým dělníkem za rok** je 1986, s trendem poklesu.

Procento využití z kalendářního fondu (jako ukazatel využití strojů a zařízení) bylo v období řízené ekonomiky vyžadováno ve výši 54 %, což odpovídá 197 směnám za rok. Solidní využití je 200 směn ročně. **Procento využití času uvnitř směny**. Praxe naše i zahraniční udává, že v nejlepším případě se z každé hodiny vykázané práce 1/4 hodiny neodpracuje. To odpovídá 75% využití času směny. Obvyklé je využití 65% i menší. Efektivně využitý čas se též udává v minutách za směnu. Při využití času uvnitř směny 75 % je to 382 minut, při 65 % využití 332 minut za směnu trvající 8,5 hodiny.

Při **nákladových kalkulacích** se vyčíslují mzdové náklady na provozní hodinu (jednici výroby), přímé náklady na provozní hodinu (jednici výroby) a investiční náklady (odpisy) na provozní hodinu (jednici). Přednost je dávána kalkulacím přes provozní hodinu, protože v údajích na jednici ($1m^3$) mohou být velké rozdíly. Při nákladových kalkulacích lze pro mechanizované technologie použít místo provozních hodin i **motohodiny (mth)**. U harvestorů se uvažuje s životností stroje 15 000 mth, u vyvážecích souprav 18 000 mth. U SLKT je životnost srovnatelná s vyvážecími soupravami, a u UKT je životnost nejkratší - do 11 000 mth. Roční proběh motohodin bývá u UKT cca 700, u SLKT do 1 000, a u vyvážecích souprav a harvestorů do 1 300. Provozních hodin bývá ve všech případech o 15-20 % více. Do **kalkulace smluvní ceny** za vykonání prací se uvažuje se spotřebou času a přímými náklady na optimální technologii a s přiměřeným podílem režie a podnikatelského zisku. Rozdíl v nákladech při použití jiné než optimální technologie by neměl jít k tíži objednatele prací, ale k tíži jejich dodavatele.

Při **porovnávání technologií** se pro stejné výrobní podmínky srovnává spotřeba času a přímé náklady. Obvykle se dává přednost technologii méně nákladné, pokud není výběr technologie limitován nedostatkem času nebo jinými okolnostmi (šetrnost k přírodnímu prostředí v chráněných územích).

Rizikové práce nesmí být odměňovány úkolovou mzdou, které je obecně z motivačních důvodů dávána přednost. Používanými **druhy mezd** jsou proto **časová** (hodinová, měsíční), **úkolová**, a **prémiová** (akordní), nazývaná též progresivní úkolová mzda, jejíž podstatou je zvyšování úkolové mzdy při dosažení určitých hranic výkonu. Při stanovování výše časové mzdy (a sazby úkolové mzdy) se náročnost práce hodnotí podle požadavků na odborné znalosti, požadavků na manuální zručnost, míry odpovědnosti, fyzické namáhavosti, neuropsychické zátěže a případné závadnosti pracovního prostředí. Mezi pozitivní motivační nástroje patří **prémie výkonnostní** (za větší množství vykonané práce), **hospodárnostní** (za zlepšení hospodářského výsledku práce, např. za vydruhování cenných sortimentů, za úspory PHM, za práce bez úrazu), **za kvalitu práce** (za nadstandardní kvalitu práce, např. za nepoškození přirozeného zmlazení, nepoškození porostu ve výchovné těžbě).

Hmotnatost těžených stromů v m^3 b.k.																	
0,07	0,08	0,09	0,10 – 0,14	0,15 – 0,19	0,20 – 0,24	0,25 – 0,29	0,30 – 0,34	0,35 – 0,39	0,40 – 0,44	0,45 – 0,49	0,50 – 0,59	0,60 – 0,69	0,70 – 0,79	0,80 – 0,89	0,90 – 0,99	1,00 – 1,19	1,20 – 1,49	1,50 – 1,99	2,00 +
Spotřeba času v Nh/m^3																	
1,65	1,50	1,37	1,13	0,91	0,79	0,72	0,66	0,61	0,58	0,56	0,52	0,48	0,45	0,43	0,40	0,38	0,34	0,29	0,25

Tab. 3.9. Výkonové normy výroba surových kmenů smrk – jedle

Spotřeba času na všechny operace v těžbě a dopravě dříví výrazně stoupá s poklesem hmotnatosti kácených a dopravovaných kmenů. Proto mají výkonové normy několik skupin rozpětí hmotnatostí, u kterých je značný rozdíl v normočasech u krajních hodnot hmotnatostí ve dvou sousedních skupinách. Dřevorubec proto mívá snahu srazit vytěžením tenkých nevyznačených stromů hmotnatost těžených stromů na hodnotu pro něj příznivější. Při snížení hmotnatosti o 0,01 m^3, a přesunu ze skupiny 0,20-0,24 do skupiny 0,15-0,20 se zvýší normočas o 15 % na celé pracoviště!

Zalesňování koutovou sadbou				
Popis práce Výkonová norma je vypracována pro zalesňování sadbou sazenicemi mělkokořenících dřevin. Předpokládá se souvislý drn, kde není ještě vzrostlá buřeň. Používá se motykosekera, nebo jinak tvarovaná motyka, a vhodné pomůcky pro přenášení sazenic. Donášení sazenic z místa založení je do vzdálenosti 100 m. Jde o tyto pracovní úkony: - vyseknutí v drnu dvou štěrbin na sebe kolmých - odloupnutí a nadzvednutí drnu - vložení sazenice do vzniklé štěrbiny a dokonalé rozprostření kořínků v ní - přiklopení nadzvednutého drnu zpět k sazenici a jeho přišlápnutí - vyhledání dalšího místa k výsadbě				
Číslo normy	Popis práce a pracovních podmínek		Norma času v setinách hodiny měrná jednotka = 10 sazenic	
			pro spon sazenic	
			do 130 cm	nad 130 cm
1700	Odkopnutí a nadzvednutí drnu, vložení sazenice, rozprostření kořínků, přišlápnutí drnu zpět při drnu	lehce kopném	0,12	0,13
1701		středně kopném	0,16	0,18
1702		těžce kopném	0,21	0,24
Snižující procentní úpravy času: jsou-li sazenice donášeny na podstatně kratší vzdálenost než 100 m – nejméně o 5 %				
Zvyšující procentní úpravy času: jsou-li sazenice vysazovány ve sponu přes 2,5 m – až o 5 % je-li nutno donášet sazenice na vzdálenost větší než 100 m – až o 10 % je-li zalesňováno při dlouhotrvajících deštích – až o 15 %, nebo když časté přeháňky přerušují práci a snižují výkon – až o 10 %				

Tab. 3.10. Příklad českých výkonových norem pro zalesňování

Souhrnné výkonové normy pro přibližování dříví koňmi — Tabulka č. 1

Přibližuje se jedním polotěžkým koněm

Kulatina jehličnatá a měkká listnatá proschlá

Průměrná hmota kusu v plm			do 0,19			0,20 až 0,49			0,50 až 0,99			1,00 a více		
Terénní třída			I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Popis práce	Vzdálenost v metrech	Evid. číslo normy	Čas v hodinách na plm											
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Vyhledání upnutí úvazku (kusu) a odepnutí na místě skládky	se začelením bez uložení do hromad	101	0,23	0,23	0,23	0,15	0,15	0,15	0,09	0,09	0,09	0,06	0,06	0,06
	s uložením do hromad do 0,8 m nad zemí	102	0,38	0,38	0,38	0,25	0,25	0,25	0,17	0,17	0,17	0,13	0,13	0,13
Jízda do porostu pro náklad a jízda s nákladem na místo skládky	do 100	111	0,12	0,16	0,25	0,11	0,14	0,23	0,10	0,13	0,21	0,09	0,12	0,19
	101 až 200	112	0,23	0,29	0,47	0,21	0,26	0,43	0,19	0,24	0,39	0,17	0,22	0,36
	201 až 300	113	0,33	0,42	0,68	0,30	0,38	0,63	0,27	0,35	0,57	0,25	0,32	0,52
	301 až 400	114	0,44	0,55	0,90	0,39	0,50	0,82	0,36	0,46	0,75	0,33	0,43	0,69
	401 až 500	115	0,54	0,69	1,11	0,49	0,63	1,02	0,45	0,57	0,92	0,41	0,53	0,85
	501 až 600	116	0,64	0,82	1,32	0,58	0,75	1,21	0,53	0,68	1,10	0,48	0,63	1,01
	601 až 700	117	0,74	0,95	1,53	0,67	0,87	1,41	0,62	0,79	1,28	0,56	0,73	1,17
	na každých dalších 100 m	119	0,104	0,132	0,213	0,094	0,121	0,196	0,086	0,110	0,178	0,078	0,102	0,163
	do 50 m	120	0,07	0,09	0,15	0,06	0,08	0,14	0,06	0,08	0,12	0,05	0,07	0,11

Tab. 3.11. Příklad českých výkonových norem pro přibližování dříví koňmi

Při soustřeďování dříví koňmi narůstá spotřeba času podstatně rychleji, než roste vzdálenost soustřeďování. Ideální vzdálenost soustřeďování dříví koňmi je proto do 50 m.

4. PLÁNOVÁNÍ, ŘÍZENÍ A OPTIMALIZACE VÝROBNÍCH PROCESŮ

Příprava výroby, její řízení a povýrobní sanace pracovišť ovlivňují ekonomické výsledky a ekologické následky lesnických aktivit, proto jim musí být věnována náležitá pozornost. V lesním hospodářství ČR váže těžební činnost 60 % finančních nákladů a 25 % odpracované doby, tržby za dříví činí přes 80 % příjmů, a těžba dříví představuje největší riziko narušení lesních ekosystémů provozem lesního hospodářství. Proto je v praxi věnována větší pozornost těžební činnosti, než činnosti pěstební. Požadavky na výrobní proces výroby surového dříví jsou často protichůdné, a proto musí být optimalizovány z více hledisek.

Specifika lesního hospodářství - **dlouhodobost** a **cykličnost** vyžadují horizont strategické optimalizace výrobních technologií minimálně na období decennia, proto je východiskem optimalizačních úvah lesní hospodářský plán (LHP), vycházející z aktuálního stavu lesních porostů, rámující hospodářské možnosti i povinnosti na 10 let, a sledující stanovením provozních cílů zvýšení produkce i zlepšení stavu lesa. LHP jsou diferencovány podle kategorie lesa a přírodních podmínek, a nelze je schválit bez souhlasu státní ochrany přírody, proto lze LHP považovat za z celospolečenských hledisek optimalizované zásady, pokyny a omezení v lesnickém využívání krajiny. Příprava výroby má dvě úrovně: **dlouhodobou**, vztahující se na časový úsek delší než rok, ale i výrazně delší než decennium – koncepce lesní dopravní sítě, a **krátkodobou** - totožnou s ročním prováděcím plánem. Struktura činností zahrnovaných do přípravy výroby a jejich časový sled jsou modifikovány podle velikosti majetku, a toho, zda si vlastník vykonává lesnická opatření v režii, či zda je jen správcem lesa, najímajícím na práce podnikatelské subjekty. Protože se lokalizace, rozsah a způsob pěstební činnosti odvíjí od těžebních zásahů, navazuje plánování pěstební činnosti na těžební činnost, s výjimkou zalesňování nelesních půd, odvodňování, a některých zásahů ochrany lesa. Odborná úroveň pracovníků připravujících výrobu by měla být vyšší než pracovníků výrobu řídících, protože obě činnosti mají jiné požadavky na koncepčnost a operativnost. Centralizace přípravy a řízení výroby je vhodná, v jedné organizaci by neměla jiná osoba rozhodovat o přípravě výroby a jiná ji řídit.

4.1. Legislativní rámec přípravy a řízení výroby v lesním hospodářství

Každý stát vytváří soustavu legislativních předpisů, které upravují přípravu a řízení výrobních aktivit v lesním hospodářství. Poměrně dokonalým systémem těchto předpisů disponuje např. ČR, kde je základním **legislativním rámcem** přípravy a řízení výroby je **lesní zákon** v platném znění (**zákon č. 289/1995 Sb.**, a k němu vydané **vyhlášky**, zejména **č. 84/1996 Sb.**, o lesním hospodářském plánování), uvádějící, že

- každý si musí počínat tak, aby nedocházelo k ohrožování nebo poškozování lesů, jakož i objektů a zařízení sloužících hospodaření v lese, viz § 11 zákona č. 289/1995 Sb.
- max. celková těžba v lesích nad 50 ha je podle § 24 zákona č. 289/1995 Sb. závazným ustanovením lesního hospodářského plánu (LHP)
- max. celková těžba v lesích pod 50 ha je podle § 25 zákona č. 289/1995 Sb. závazným ustanovením lesní hospodářské osnovy (LHO)
- k umělé obnově lesa a k zalesňování pozemků určených k plnění funkcí lesa (PUPFL) se používá semen nebo sazenic lesních dřevin ze stejné nebo odpovídající přírodní lesní oblasti a z odpovídající nadmořské výšky. Semena nebo sazenice smrku ztepilého, borovice lesní, modřínu opadavého musí pocházet z výběrových stromů nebo lesních porostů uznaných ke sběru semen nebo ze semenných sadů, viz § 29 zákona č. 289/1995 Sb.
- vlastník lesa je povinen obnovovat lesní porosty stanovištně vhodnými dřevinami a vychovávat je včas a soustavně tak, aby se zlepšoval jejich stav, zvyšovala jejich odolnost a zlepšovalo plnění funkcí lesa. Ve vhodných podmínkách je žádoucí využívat přirozené obnovy; přirozené obnovy nelze použít v porostech geneticky nevhodných, viz § 31 zákona č. 289/1995 Sb.
- velikost holé seče při mýtní těžbě úmyslné je max. 1 ha, šířka holé seče na exponovaných hospodářských souborech (HS) činí 1 násobek, a na ostatních HS dvojnásobek výšky porostu (výjimky jsou možné v borových oblastech a na horských svazích delších 250 m), viz § 31 zákona č. 289/1995 Sb.
- je zakázáno snižovat zakmenění pod 0,7, s výjimkou prosvětlování pro přirozenou obnovu, viz § 31 zákona č. 289/1995 Sb.

- je zakázáno přiřazovat holé seče k nezajištěným mladým porostům (holina musí být zalesněna do 2 let a zajištěna do 7 let od svého vzniku, a minimální vzdálenost holiny od předchozí holiny je výška porostu), viz § 31 zákona č. 289/1995 Sb.
- vlastník lesa je povinen chránit les před znečišťujícími látkami unikajícími nebo vznikajícími při jeho hospodářské činnosti. V lese je povinen používat výhradně biologicky odbouratelné oleje k mazání řetězů motorových pil a biologicky odbouratelné hydraulické kapaliny. Při ochraně lesních porostů je povinen dát přednost účinným technologiím šetřícím životní prostředí, viz § 32 zákona č. 289/1995 Sb.
- mýtní úmyslné těžby v porostech mladších 80 let jsou zakázány, viz § 33 zákona č. 289/1995 Sb.
- těžba v lesích bez schváleného LHP nebo převzaté LHO je možná jen s výslovným souhlasem odborného lesního hospodáře (OLH) a po oznámení záměru těžit příslušnému orgánu státní správy lesů (SSL). Realizovat těžbu je možné do výše $3 m^3$/ha/rok, ale až po 30 denní lhůtě pro vyjádření možného nesouhlasu se strany SSL, viz § 33 zákona č. 289/1995 Sb.
- přednostně se musí zpracovat těžby nahodilé, a vznik holiny nahodilou těžbou větší než 0,2 ha musí být ohlášen orgánu SSL. Těžba nahodilá se započítává do celkové výše těžeb, proto je při možném překročení celkové výše těžeb povinnost žádat o změnu LHP či LHO, viz § 33 zákona č. 289/1995 Sb.
- právnické a fyzické osoby zajišťující těžební práce jsou povinny provádět je takovým způsobem, který minimalizuje negativní dopady na lesní ekosystém v daném prostředí, viz § 33 zákona č. 289/1995 Sb.
- při dopravě dříví je povinnost zamezit vzniku nadměrného poškození lesa a ostatních pozemků, a budováním komunikací neohrozit stabilitu porostů, nezvýšit erozi a nepoškodit půdu a vodní režim, viz § 34 zákona č. 289/1995 Sb.
- v LHP a LHO musí být stanoven minimální plošný rozsah výchovných zásahů v porostech do 40 let věku, viz § 9 vyhlášky č. 84/1996 Sb.
- LHP a LHP určují minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin jako závazné ustanovení pro všechny porosty (porostní skupiny, etáže) starší 80 let a porostní skupiny mladší, pokud do nich plán umísťuje obnovu nebo tam obnovu připouští, viz § 10 vyhlášky č. 84/1996 Sb.

Veškeré hospodaření v lesích je v ČR výrazně ovlivněno **zákonem č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny**, z nějž jsou důležité zejména

- § 3, odst. b), vymezující pojem významný krajinný prvek: lesy, rašeliniště, vodní toky, rybníky, jezera, údolní nivy a další části krajiny, zaregistrované orgánem ochrany krajiny.
- § 4, odst. 2, stanovující, že nesmí být ohrožena ani oslabena stabilizační funkce významných krajinných prvků. Kdo zamýšlí zásah do nich, musí mít stanovisko orgánů ochrany přírody.
- § 4, odst. 3, stanovující orgánům ochrany přírody povinnost vydat závazné stanovisko k lesním hospodářským plánům. K pěstebním a těžebním zásahům prováděným v souladu s LHP se proto závazné stanovisko orgánů ochrany přírody nevyžaduje! Neznamená to však bohužel vyloučení střetu s orgány ochrany přírody.
- § 8, odst. 2, požadující, aby kácení dřevin z důvodů zdravotních, a podle zvláštních předpisů (např. vodní zákon), bylo oznámeno písemně nejméně 15 dní předem orgánům ochrany přírody, které mohou kácení pozastavit, omezit nebo zakázat.
- § 8, odst. 5, stanovující, že se kácení dřevin rostoucích mimo les provádí zpravidla v období vegetačního klidu.

Vlastníci lesů mohou být současně správci vodních toků, protékajících jejich lesy, nebo je vodní tok ve správě jiné organizace. V obou případech se musí vlastník lesa řídit i **zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách a změně některých zákonů (vodní zákon).** Z něj jsou významné zejména

- § 1 Účel a předmět zákona, odst. (1). Účelem zákona je přispívat k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo závisejících suchozemských ekosystémů.
- § 2 Vymezení pojmů, odst. (9). Nakládáním s povrchovými nebo podzemními vodami je jejich vzdouvání pomocí vodních děl, využívání jejich energetického potenciálu, využívání k plavbě nebo plavení dřeva, k chovu ryb nebo vodní drůbeže, jejich odběr, vypouštění odpadních vod do nich a další způsoby, jimiž lze využívat jejich vlastnosti nebo ovlivňovat jejich množství, průtok, výskyt nebo jakost.

- § 7 Užívání povrchových vod k plavbě, odst. (5). Na povrchových vodách v ochranných pásmech vodních zdrojů I. stupně a na nádržích určených povolením nebo rozhodnutím vodoprávního úřadu podle § 8 odst. 1 písm. a) bodu 4 nebo podle předchozích předpisů pro chov ryb je plavba plavidel se spalovacími motory zakázána.
- § 14 Povolení k některým činnostem.
  - odst. (1) Povolení k některým činnostem je třeba
  - k vysazování stromů nebo keřů v záplavových územích v rozsahu ovlivňujícím odtokové poměry,
  - k těžbě písku, štěrku, bahna s výjimkou bahna k léčivým účelům, valounů apod. (dále jen „říční materiál“) z pozemků, na nichž leží koryto vodního toku,
  - odst. (2) Povolení k činnostem uvedeným v odstavci 1 písm. a) nebo b) se nevyžaduje, vykonává-li je správce vodního toku (§ 48) v souvislosti s jeho správou nebo vlastník vodního díla v souvislosti s údržbou vodní nádrže. Dále není třeba podle odstavce 1 písm. a), vykonává-li je vlastník lesa z důvodů obnovy porostů a při činnostech uložených zákonem č.289/1955 Sb., (Lesní zákon)
  - odst. (3) Vodoprávní úřad stanoví při povolování těžby říčního materiálu podmínky těžby tohoto materiálu, včetně případné sanace a rekultivace.
  - odst. (4) Osoba oprávněná k těžbě podle odstavce 1 písm. b) je povinna po skončení těžby říčního materiálu zaměřit a zakreslit do technické dokumentace skutečný stav místa těžby a předat tuto dokumentaci vodoprávnímu úřadu a správci vodního toku.
- § 15 Stavební povolení k vodním dílům, odst. (6). Při povolování vodních děl, jejich změn, změn jejich užívání a jejich odstranění musí být zohledněna ochrana vodních a na vodu vázaných ekosystémů. Tato vodní díla nesmějí vytvářet bariéry pohybu ryb a vodních živočichů v obou směrech vodního toku. To neplatí v případech, a) jde-li o rybníky nebo vodní nádrže pro chov ryb nebo stavby k hrazení bystřin a strží.
- § 17, odst. (1). Souhlas vodoprávního úřadu je třeba ke stavbám, zařízením nebo činnostem, k nimž není třeba povolení podle tohoto zákona, které však mohou ovlivnit vodní poměry, a to e) ke stavbám v ochranných pásmech vodních zdrojů
- § 27 Ochrana vodních poměrů. Vlastníci pozemků jsou povinni, nestanoví-li zvláštní právní předpis jinak, zajistit péči o ně tak, aby nedocházelo ke zhoršování vodních poměrů. Zejména jsou povinni za těchto podmínek zajistit, aby nedocházelo ke zhoršování odtokových poměrů, odnosu půdy erozní činností vody a dbát o zlepšování retenční schopnosti krajiny.
- § 28 Chráněné oblasti přirozené akumulace vod, odst. (2) v chráněných oblastech přirozené akumulace vod se v rozsahu nařízení vlády zakazuje a) zmenšovat rozsah lesních pozemků, b) odvodňovat lesní pozemky
- § 30 Ochranná pásma vodních zdrojů, odst. (9). Za prokázané omezení užívání pozemků a staveb v ochranných pásmech vodních zdrojů náleží vlastníkům těchto pozemků a staveb náhrada, kterou jsou povinni na jejich žádost poskytnout v případě vodárenských nádrží vlastníci vodních děl umožňujících v nich vzdouvání vody, v ostatních případech oprávnění k odběru vody z vodního zdroje., Nedojde-li o poskytnutí náhrady k dohodě, rozhodne o jednorázové náhradě soud.
- § 49 Oprávnění při správě vodních toků, odst. (1). Správci vodních toků jsou oprávněni a) při výkonu svých práv a povinností vstupovat v nezbytném rozsahu na cizí pozemky a stavby, pokud k tomu není třeba povolení podle zvláštních předpisů, b) z důvodu péče o koryta vodního toku a v součinnosti s vlastníky pozemku odstraňovat nebo nově vysazovat stromy a keře na pozemcích při něm
- Odst. (2) Správci vodních toků mohou při výkonu správy vodního toku, pokud je to nezbytně nutné a po předchozím projednání s vlastníky pozemků užívat pozemků sousedících s korytem vodního toku, a to a) u vodních toků, které jsou vodními cestami dopravně významnými, nejvýše v šířce do 10 m od břehové čáry, b) u ostatních významných vodních toků jiných než pod písmenem a) nejvýše v šířce do 8 m od břehové čáry, c) u drobných vodních toků nejvýše v šířce do 6 m od břehové čáry.
- § 50 Povinnosti vlastníků pozemků, na nichž se nacházejí koryta vodních toků. Vlastníci pozemků, na nichž se nacházejí koryta vodních toků, jsou povinni a) strpět na svém pozemku

břehové porosty, jakož i obecné nakládání s vodami ve vodním toku, g) strpět po nich průchod osob podél vodních toků; (neplatí na oplocených pozemcích)

- § 51 Povinnosti vlastníků pozemků sousedících s koryty vodních toků. Odst. (1) Vlastníci pozemků sousedících s koryty vodních toků jsou povinni a) umožnit správci vodního toku výkon jeho oprávnění, c) strpět, po předchozím projednání s nimi, po nich průchod osob; (neplatí na oplocených pozemcích).

Zatím spíše výjimečně se české lesní hospodářství setkává s požadavkem na posouzení vlivu hospodaření na životní prostředí, podle **zákona č. 244/1992 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí (EIA - Environmental Impact Assessment)**. Významné jsou
§1 Předmět úpravy. Upravuje posuzování vlivu staveb, činností, technologií, koncepcí a programů a výrobků na životní prostředí, a určuje orgány státní správy příslušné k takovému posuzování.
§ 2 Předmět posuzování. Předmětem posuzování jsou stavby, činnosti a technologie dosahující hodnot uvedených v přílohách, ale i takové, které uvedených hodnot nedosahují, pokud jsou v územích chráněných podle zvláštních předpisů, nebo pokud tak rozhodne orgán příslušný k posuzování.
§ 14 Vymezení pojmu koncepce. Koncepcí se rozumí záměr překládaný a schvalovaný na ústředních orgánech státní správy v oblasti energetiky, dopravy, zemědělství, nakládání s odpady, těžby a zpracování nerostů, rekreace a turistiky, a dále územně plánovací dokumentace a směrný vodohospodářský plán.
Příloha č. 2. Zemědělství a lesní hospodářství: Posuzování podléhají zásahy do krajiny, které mohou způsobit podstatné změny v biologické rozmanitosti a ve struktuře a funkci ekosystémů. Infrastruktura: Posuzování podléhají lanové dráhy, jejichž součástí je vybudování sjezdových drah o celkové ploše nad 5 ha.

Zákon č. 238/1991 Sb., o odpadech, mj. specifikuje v § 2, odst. 9 likvidaci odpadů spalováním, a z této formulace nevyplývá absolutní zákaz pálení těžebního odpadu. § 5, odst. 1 sice doporučuje využívat odpady jako druhotné suroviny – i energetické. Je tedy doporučením, energetického využívání těžebního odpadu.

Pozn. Legislativní předpisy se samozřejmě liší stát od státu. Uváděné citace českých legislativních předpisů, upravujících rámce přípravy a řízení výroby v lesním hospodářství, proto mohou zahraničním čtenářům sloužit jen jako příklad řešení této problematiky v konkrétní zemi, případně i jako inspirace pro takové případy, kdy v daném státě je příslušná legislativa neúplná či zcela chybí.

4.2. Dlouhodobá příprava výroby v těžební činnosti

Do dlouhodobé přípravy výroby zahrnujeme

1. bilancování ročního podílu těžeb podle zásad těžební vyrovnanosti
2. marketingovou studii, jako prognózu odbytu dříví podle dřevin, dimenzí a adjustace dříví
3. tvorbu zásadní technologické koncepce, včetně generelu výstavby lesní dopravní sítě
4. kalkulaci potřeby prostředků včetně časového plánu jejich obměny – tj. plán investic a plán likvidace
5. základní soustředění těžebních pracovišť.

Bilancování ročního podílu těžeb je prvním předpokladem optimalizace těžebních technologií docílením těžební vyrovnanosti v jednotlivých letech decennia (při respektování těžební naléhavosti), a to nejen co do absolutní výše těžby, ale i podle druhů těžby, dřevin (jehličnaté - listnaté), těžených sortimentů, terénní klasifikace těžebních ploch, hmotnatosti průměrného těženého kmene a průměrné přibližovací vzdálenosti. Nejdříve se podle uvedených hledisek analyzuje LHP, a následně sestaví ideální decenální podíl těžeb. Ten není bohužel neměnný po dobu platnosti LHP, neboť v každém roce dojde z různých důvodů k odchylkám od něj, a proto je nutné po skončení roku zjistit odečtením skutečnosti od předpisu zbytek do konce decennia, a znovu vybilancovat ideální podíl na zbývající roky. Každoroční upřesňování bilance je pracné, ale při výrazných podílech nahodilých těžeb nezbytné, a jeho podcenění vede k meziročnímu kolísání pracností (a ke kolísání potřeby výrobních kapacit), rozdílům ve využívání specializovaných prostředků (např. rozdílný podíl lanovkového soustřeďování na roční těžbě), rozkolísanosti skladby těžeb podle sortimentů (s možným následkem odbytových potíží), a může vést i k tomu, že koncem decennia dojde k nerealizovatelné skladbě předepsaných těžeb, např. „nezbydou mýtní těžby“, nebo by měla být celá těžba realizována jen v listnáčích atd. Roční podíly

těžeb nemusí být záměrně shodné, pokud se uvažuje s okolnostmi, které nastanou v průběhu decennia a významným způsobem ovlivní výrobu (výstavba komunikace, zahájení provozu odběratelské kapacity, rozsáhlé odlesnění, nákup rozhodujícího stroje atd.).

Marketingová studie zaměřená na záměry odběratelů dříví je nutná, protože volbu technologií ovlivňuje i budoucí skladba obchodovatelných sortimentů a jejich kvantifikace. Např. zda bude odebíráno dříví v celých délkách či výřezech; bude-li zájem o tyče a tyčky; bude-li možné dodávat rovnané dříví v nestandardních délkách, nebo jen v délkách 1 a 2 m; jaký bude zájem o energetické dříví; bude-li odběr dříví odkorněného či v kůře atd. Z hlediska dopravy dříví a její realizace po ose či vagónem je významné i rozmístění odběratelských kapacit. Zejména výstavba lesních komunikací a manipulačních skladů přesahují svým významem jedno decennium, a proto je průzkum trhu důležitý!

Tvorba zásadní technologické koncepce vyžaduje znalost současných technologií a trendy jejich vývoje, a dalšími vstupy je výše decenálního podílu těžeb (mající vliv na volbu mezi velkovýrobními a malovýrobními technologiemi), skladba těžebního fondu (podle dřevin, terénu, hmotnatostí) a předpoklady odbytu. Významné pro volbu základní technologické koncepce jsou

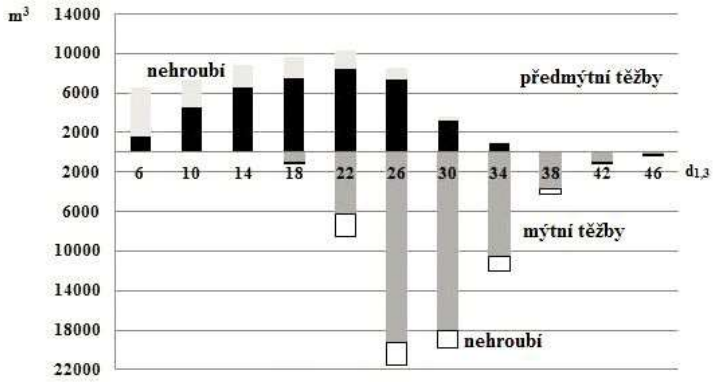
- **charakteristika terénu**, daná podílem neúnosných terénů, terénů svažitých a terénů s překážkami
- **charakteristika zpracovávaných stromů**, tj. zastoupení dřevin, výšky stromů, hmotnatosti těžených stromů, tloušťky stromů na pařezu, délky zavětvené zóny stromů, tloušťky větví a jejich rozložení (dvojáky, přesleny), porosty s hnilobou, poškozené střelbou, s vrškovými zlomy atd.
- **faktory pěstování lesa**, tvar lesa, přípustná velikost paseky, podíl přirozeného zmlazení, podíl nahodilých těžeb, imisní oblast atd.
- **funkce lesa**, kategorie lesa ovlivňující těžební technologie - omezení pozemního transportu, zákaz budování dalších cest, atd.
- **faktory vztahu člověk versus stroj**, pokud v konkrétní zemi legislativně omezují některé technologie
- **limity ekonomické**, dané investiční náročností technologií, pracností ve vztahu k nedostatku či nadbytku pracovních sil v regionu a dostupnosti zahraniční pracovní síly atd.
- **politické limitující faktory** jsou významné především při podnikání v zahraničí, a týkají se politické orientace, v místě obvyklé humanizace práce (práce strojová nebo manuální), atd.
- **technologická setrvačnost** může sehrát svoji roli při volbě technologií, zejména pokud se týká stávající cestní sítě, a vybavení neamortizovanou, provozuschopnou technikou.

Na základě uvedených faktorů se rozhodne o zásadní technologii, která je schopna pokrýt nejširší spektrum faktorů, a kompromisně vyhovět zbývajícím. S ohledem na zvolenou technologii (technologie) je nutné řešit generel lesní dopravní sítě, protože zpřístupnění porostů pro lanová dopravní zařízení a pro traktory je odlišné. Před rozhodnutím o investičně náročné technologii je třeba znát budoucí vývoj těžeb, což lze zjistit v LHP (bývá zvykem v něm uvádět odhad vývoje těžeb na další dvě až tři decennia), nebo se odhadne podle plošného zastoupení věkových stupňů. Finanční náklady vložené do technologie nemusejí být objektivním kritériem hospodárnosti, vycházejí-li z výrobního procesu výrobky různé hodnoty, nebo dochází-li k jiné míře ztrát a škod.

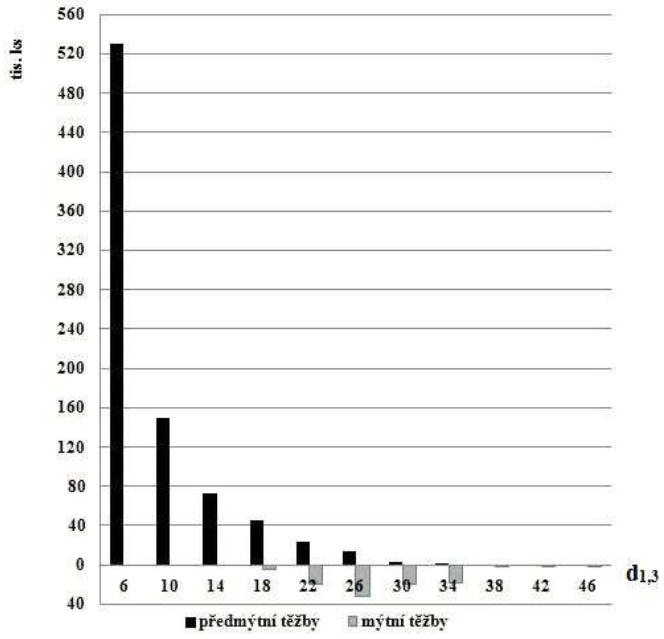
Kalkulace potřeby jednotlivých prostředků následuje po určení základní technologické koncepce (koncepcí). Množství těžeb pro každou z nich se porovná s teoretickou roční výkonností prostředků v jednotlivých technologiích, a zjistí se, kolik kterých prostředků je potřeba. Z této kalkulace se odvíjí záměry pořizování strojů a zařízení (plány investic) a vyřazování strojů a zařízení (plány likvidace). V souladu s těmito plány je možné upravit decenální podíly těžeb pro některé roky, aby nebyly likvidovány neamortizované prostředky. Vykalkulované počty prostředků jsou základem pro úvahy, které práce zadávat dodavatelům, u kterých prostředků bude možné realizovat práce pro cizí, nebo zda bude v některých případech vhodné těžbu a soustřeďování dříví řešit technologií kompromisně možnou.

Při rozhodování o počtu strojů určitého typorozměru (např. hmotnostní a výkonové kategorie harvestoru) bývá zjevná tendence preferovat stroje vyšších kategorií na úkor strojů kategorií nižších, při zdánlivě zcela logické úvaze, že „větší stroj zvládne i nižší hmotnatosti těžených stromů, zatímco menší stroj je ve vyšších hmotnatostech nepoužitelný“. Ve výchovných a selektivních těžbách ale znamená

pohyb zbytečně velkého stroje zvyšování rizika poškození porostu. Proto může uvedená úvaha platit jen pro kompromisně přijatelné objemy těžeb, ale nikoliv pro zajištění celkového, či zásadního objemu výchovných a selektivních těžeb. Představu o průměrné roční výši těžeb podle hmotnatostí těžených stromů (tlouštěk v $d_{1,3}$) je nutné získat při podrobném bilancování ročního podílu těžeb, případně, (pouze orientačně) z grafu vzorku 100 tis. m^3 těžeb v ČR, udávajícího jak podíly v m^3, tak v kusech těžených stromů podle tlouštěk v $d_{1,3}$. I při zdánlivě nevelké těžbě v m^3 se totiž může jednat o velká množství těžených stromů, které je pak nutné vytěžit neoptimálním způsobem.



Obr. 4.1. Vzorek 100 tis. m^3 těžby v ČR v m^3
Nad osou x jsou těžby předmýtní, pod ní těžby mýtní



Obr. 4.2. Vzorek 100 tis. m^3 těžby v ČR v ks
Nad osou x jsou těžby předmýtní, pod ní těžby mýtní

Základní soustředění těžebních pracovišť k jednomu odvoznímu místu (odvozní cestě) má význam pro zvýšení výkonnosti všech technologií těžební a následně i pěstební činnosti, protože zvyšuje koncentraci prací, snižuje počty přejezdů mechanizačních prostředků, usnadňuje řízení výroby a snižuje neproduktivní časy, jakými je zavádění na pracoviště, vystavení zadávacího lístku, školení OBP atd. Ze zkušenosti je známo, že pracovníci potřebují určitý čas, než si na nové pracoviště zvyknou. Obvykle až třetí den docilují 100% výkonnosti. Sníží-li se počet stěhování, zvýší se kapacity bez zvýšení počtu prostředků. Soustředění pracovišť do základních výrobních jednotek (ZVJ) či bloků se přenáší do

pěstební činnosti a údržby lesní dopravní sítě, která by měla následovat vždy až po provedení soustředěných těžeb, aby se nejezdilo pořád po rozbitých cestách. Proto je základní soustředění pracovišť zahrnuto do dlouhodobé přípravy výroby, i když těžiště této činnosti je až v ročních prováděcích plánech. Mimořádný význam má soustřeďování pracovišť v systému terminálů, kdy je na jednom odvozním místě vykonáváno více činností, např. soustřeďování celých stromů vrtulníkem, odvětvování a manipulace procesorem, štěpkování klestu, pořez kulatiny mobilní pilou, transport sadebního materiálu na těžební plochu atd. Soustředěním (koncentrací) pracovišť je seskupení více porostů (pracovišť) sousedících (nebo blízkých) do jednoho pracoviště, pokud vykazují shodnost následujících kritérií:

- možnost těžby v jednom časovém sledu (ve stejném ročním období)
- vytěžené dříví gravituje k témuž odvoznímu místu nebo odvozní cestě, a směr odvozu je pokud možno shodný, aby bylo možné v době největšího provozu zjednosměrnit komunikace
- existuje přibližná shoda výrobních podmínek (pokud se soustřeďuje pracoviště pro jedinou technologii).

Plošná velikost takového souboru porostů - **základní výrobní jednotky** (ZVJ) není omezena, ale závisí na délce přibližování. Pro seskupení více ZVJ se užívá termín **blok**. Soustředění těžebních pracovišť zvyšuje riziko škod na lesních ekosystémech, a koncentrované škody mohou přesáhnout hranici regenerovatelnosti přírodními silami. Pak je nutné plánovat povýrobní úpravy pracovišť (myšleno takové povýrobní úpravy, které není možno realizovat silami a prostředky těžební skupiny – ty se neplánují, ale měly by se provádět). V oblastech, kde je třeba vystačit s využitím přírodních sil (chráněné krajinné oblasti, rezervace, národní parky), je soustřeďování těžebních pracovišť spíše nežádoucí, volí se naopak co největší rozptýlenost zásahů - neviditelné lesnictví.

4.3. Krátkodobá příprava výroby v těžební činnosti

Do krátkodobé přípravy těžební činnosti se zařazuje sortimentace těžebního fondu, těžební projekt (technologická karta), a u porostů definitivně zařazených do těžby příprava pracovišť (včetně případné technické přípravy pracoviště), a v případě potřeby i plán povýrobních úprav pracoviště.

4.3.1. Sortimentace těžebního fondu

Sortimentace těžebního fondu je zjišťování množství jednotlivých sortimentů surového dříví, které bude pravděpodobně získáno z dosud stojícího porostu určeného k těžbě. V evropském lesnictví publikoval první pomůcky pro sortimentaci Flurry (1916), a v ČR se jí jako první zabýval Korsuň (1940, 1952, 1961, 1963). Protože se sortimentace provádí u stojících stromů, lze změřit pouze tloušťku stromu ve výčetní výšce a jeho výšku, a na vady dříví lze jen usuzovat. Na rozdíl od sortimentace se **druhování** provádí na pokáceném dříví a lze při něm přesně změřit libovolné délky a tloušťky a kdekoliv lze ověřit vady dříví.

Požadavek na **přesnost sortimentace** těžebního fondu se liší podle toho, pro jaký účel, a kdo ji provádí. Pokud ji provádí malý vlastník lesa, který si dříví vytěží a přibližuje, a většinu získaného dříví použije pro vlastní spotřebu, postačí mu méně přesná metoda; ale pokud je porost předmětem prodeje dříví na stojato, má prodávající i kupující strana zájem na přesnosti co nejvyšší. V takovém případě si může svoji sortimentaci provést každá strana samostatně, nebo může sortimentaci realizovat třetí – nezávislá strana. Praktický význam sortimentace těžebního fondu dokumentují cenové rozdíly mezi cennými výřezy a palivovým dřívím, které jsou u jehličnatého dříví desetinásobné, a u listnatého dříví osmnáctinásobné.

Těžební fond je soubor stromů určených k těžbě v určitém časovém období (roce, decenniu) a na určitém místě (porost, polesí, lesní majetek). Udává se v m^3 b. k. (bez kůry). První návrh zařazení porostů do ročního plánu těžby se provede od stolu, na základě bilancovaného ročního podílu těžeb, skutečného objemu nahodilých těžeb, případných mimořádných těžeb a dlouhodobých záměrů soustředění těžebních zásahů.

Návrh sortimentace vychází z venkovního šetření, a výsledná sortimentace je po úpravách vyvolaných odbytovými možnostmi podkladem pro těžební projekty (technologické karty).

Praxe **soudních znalců** řeší i případy, kdy je lesní porost bez vědomí vlastníka nelegálně vytěžen a dříví odvezeno, a vlastník lesa potřebuje znát, jakou škodu vlastně utrpěl. Východiskem pro ocenění

vytěženého dříví je potom tloušťka pařezů a jejich zdravotní stav, ze kterých lze odvodit dimenze vytěžených stromů, a následně technikami sortimentace těžebního fondu kvalifikovaně odhadnout množství sortimentů, které byly nelegální těžbou získány.

Sortimentace těžebního fondu může být provedena

- **odhadem**, kdy se při pochůzce okulárně stanoví procentický podíl kulatin, vlákniny a paliva
- **podle časových řad**, kdy se převezmou podíly sortimentů dosažené v předchozím období ve stejných podmínkách
- **vzorníkovou metodou**, kdy se vytěží zkusná plocha, na ní se provede druhování, a výsledek se extrapoluje na celou zájmovou plochu (používá se výzkumně, v případě sporů, a v situaci, kdy nejsou známy žádné taxační údaje)
- **podle tabulek**, kdy jsou nejčastěji používány porostní procentické sortimentační tabulky, označované také jako tabulky koeficientů výtěžnosti sortimentů surového dříví (jejich použití je velice pracné, a s možností chyb, proto se v současnosti používají jen na malých majetcích a v praxi soudních znalců)
- **s použitím počítačových programů**
- **jinými způsoby** (podle tabulek kmenových profilů, tabulek tvarových řad – nepravých i pravých, kmenových křivek a počítačovou analýzou obrazu).

Při okulární sortimentaci činí potíže odhad podílu výřezů I. a II. jakosti, sloupů, ale i paliva, pokud evidentně překračuje průměrný podíl, a tyčoviny u nejmladších porostů. Podhodnocován bývá méně zkušenými pracovníky objem oddenkových výřezů, proto je vhodné při vyznačování těžby zaznamenávat do svěrkovacího manuálu počet kmenů, z jejichž oddenkových částí bude možné vydruhovat cenný výřez (sloup), a odhadnout současně i jeho délku. Při kancelářském zpracování se odhadnuté délky oddenkových výřezů převedou na procentické podíly z délky kmene (výšky stromu), a podílu na výšce se přiřadí podíl na objemu kmene. Pro orientační stanovení podílu cenných výřezů postačí pravidlo, že **procentickému podílu na výšce stromu odpovídá dvojnásobně vysoký podíl na objemu kmene**. Příklad: je-li délka budoucího oddenkového výřezu 5 % z výšky stromu, bude objem tohoto oddenkového výřezu 10 % z objemu kmene. Pro přesnější převod je možno využít tabulku odvozenou ze Speidlova pravítka. Při odhadování podílu kulatinových sortimentů se vychází z tloušťky stromů v $d_{1,3}$; výšky stromů; výšky nasazení koruny stromů (délky bezsuké části kmene); zavětvení (sukatosti); a možného výskytu hnilob. Poměr nezavětvené části kmene vůči zavětvené bývá u smrku obvykle v poměru 2:1, a ve stejném poměru se proto odhaduje poměr cenných výřezů + kulatiny III. A; ke kulatině III. B. Na výskyt hniloby se usuzuje podle zbytnění oddenku (václavka), ronění pryskyřice na oddenku, podle bajonetových vršků (hniloba postupující shora a postihující hlavně vlákninové sortimenty) a pomocí přírůstových nebozezů a nedestruktivních přístrojů pro zjišťování hniloby.

Výška stromu	Výška nasazení koruny			
	smrk	jedle	buk	dub
12	7	8	7	8
14	8	9	8	9
16	10	10	10	10
18	11	12	11	11
20	12	13	12	12
22	13	14	13	13
24	14	15	14	14
26	16	17	16	15
28	17	18	17	16
30	18	19	18	17
32	19	21	19	18
34	20	22	21	18
36	22	23	22	19
38	23	24	23	20
40	24	26	24	20
42	25	27	-	-

Tab. 4.1. Výška nasazení koruny (m)
smrk, jedle, Hubač: Sortimentačné tabuľky pre ihličnaté dreviny, Príroda, 1973
buk, dub, Čermák, Hubač: Sortimentačné tabuľky pre listnaté dreviny, Príroda, 1978

	Výtěž kulatinových sortimentů v % z objemu kmene při $d_{1,3}$ v cm			Průměrná výtěž kulatiny v %	Rozdíl výtěže proti zdravému kmenu v %
	22	26	30		
Zdravé kmeny	76	87	93	85,3	± 0,0
Hniloba do 1 m výšky	65	78	85	76,0	- 9,3
Hniloba do 2 m výšky	57	69	76	67,3	- 18,0
Hniloba do 3 m výšky	46	64	73	61,0	- 24,3
Hniloba do 4 m výšky	41	55	63	53,0	- 32,3
Hniloba do 5 m výšky	34	49	56	46,3	- 39,0

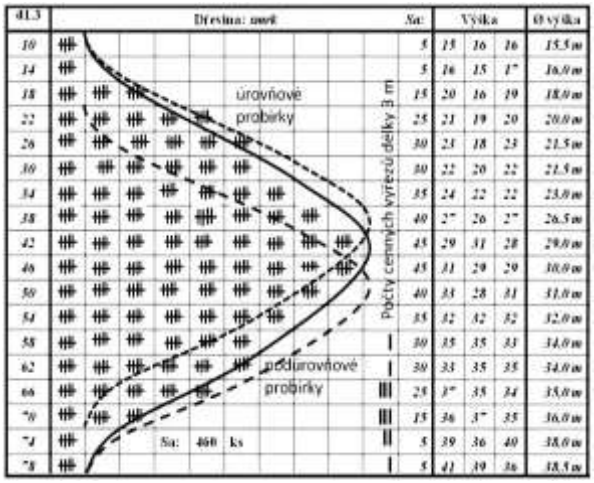
Tab. 4.2. Vliv hniloby na podíl kulatinových sortimentů (smrk)

Podíl oddenkového výřezu na výšce stromu v %	Podíl oddenkového výřezu na objemu kmene v %	Podíl oddenkového výřezu na výšce stromu v %	Podíl oddenkového výřezu na objemu kmene v %
5	10,5	23	41,0
6	12,5	24	43,0
7	14,0	25	44,0
8	16,0	26	46,0
9	18,0	27	47,0
10	19,5	28	48,5
11	21,5	29	50,0
12	22,5	30	51,0
13	25,0	31	52,5
14	26,5	32	54,0
15	28,0	33	55,0
16	29,5	34	56,5
17	31,5	35	57,0
18	33,0	36	59,0
19	34.5	37	60,0
20	35,5	38	61,0
21	38,0	39	62,0
22	39,5	40	63,0

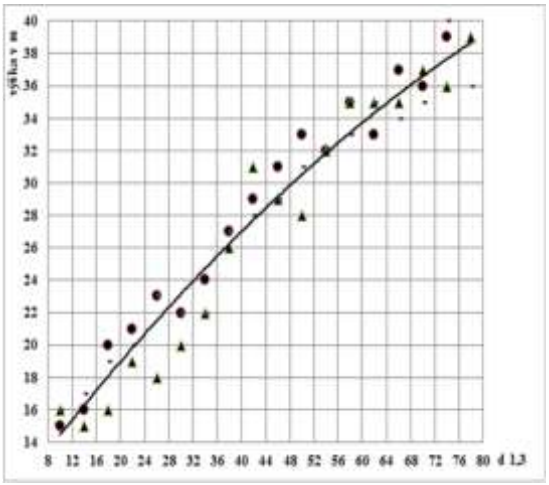
Tab. 4.3. Závislost objemu oddenkového výřezu na jeho podílu z výšky stromu
podle Speidlova pravítka (1955)

Postup sortimentace těžebního fondu podle sortimentačních tabulek

- průměrkování porostu naplno u těžeb obnovních a zkusných ploch u těžeb výchovných
- podle konkrétních tabulek se použije stoupání tlouštěk po 2, nebo 4 cm
- měření výšek stromů a **konstrukce výškového grafikonu**
- okulární posouzení jakosti a vad dříví
- odhad podílu výskytu cenných sortimentů, sloupů a tyčí
- posouzení rozsahu hniloby a vrcholových zlomů
- výpočty objemu hmot v jednotlivých tloušťkových třídách
- při použití hmotových tabulek je třeba dát pozor na to, že hmotové tabulky obsahují objem s kůrou, ale sortimentační tabulky udávají objem bez kůry
- vlastní sortimentace těžebního fondu podle procentických sortimentačních tabulek
- ze sortimentačních tabulek se vyčte procentický podíl jednotlivých sortimentů podle tlouštěk (resp. i výšek) stromů a případně i dle jejich kvality a míry poškození
- sortimentní členění se upraví přesunem cenných sortimentů a sloupů z kulatin, a případně přesunem tenkých kulatin do vlákniny (nebo naopak) podle očekávané odbytové situace.



Tab. 4.4. Svěrkovací manuál



Obr. 4.3. Konstrukce výškového grafikonu

Jako **svěrkovací manuál** je vhodný čtverečkovaný papír, protože již zaznamenané četnosti stromů v jednotlivých tloušťkových třídách dávají lesnímu hospodáři okulární informaci, jak porost reagoval na jeho předchozí výchovné zásahy. Vysoká četnost tenkých stromů (posun četnosti stromů doleva) signalizuje orientaci dřívějších zásahů do úrovně a nadúrovně, a vysoká četnost tlustších stromů (posun doprava) naopak signalizuje, že předchozí zásahy byly spíše v podúrovni. Vhodné je též přímo do svěrkovacího manuálu poznačit počty oddenkových výřezů – potenciálních cenných výřezů (pro zjednodušení se uvažuje délka výřezů jednotná 3, nebo 4 m).

d 1,3	Výšky v m																						
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
10	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10					
14	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21			
18	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,29	0,30	0,31	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39
22 ↓			0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,55	0,57 →

Tab. 4.5. Příklad hmotových tabulek smrk pro všechny věkové třídy (v m^3 s k.)

Údaje ze svěrkovacího manuálu (a výškového grafikonu), se spolu s údaji hmotových tabulek pro příslušné tloušťkové třídy a výšky stromů použijí k **výpočtu hmot**. Ze svěrkovacího manuálu se přejímají podle tloušťkových tříd počty kmenů a jejich (vyrovnané) průměrné výšky; z hmotových tabulek se přebírá objem jednoho kmene s kůrou; ze sortimentačních tabulek se přebírá srážka na kůru (pozor, pro každý tloušťkový stupeň může být odlišná); a vlastní výpočet hmot sestává z výpočtu objemu jednoho kmene bez kůry, a z výpočtu objemu dříví celkem. Výsledky výpočtu hmot jsou (podle tloušťkových tříd) vstupem pro **sortimentaci těžebního fondu**. Obvyklé **sortimentační tabulky** vyjadřují podíly kulatin (podle tloušťkových tříd) rovnaných sortimentů a palivového dříví. Zjednodušeně řečeno, sortimentační tabulky člení těžební fond podle tloušťky, ale nemohou jej členit podle kvality.

d1,3	Dřevina: smrk					
	Ø výška	Počet kmenů	Hmota jednotková s k.	Srážka na kůru	Hmota jednotková b.k.	Hmota celkem b.k.
10	15	5	0,05	0,862	0,0431	0,22
14	16	5	0,13	0,877	0,1140	0,57
18	18	15	0,23	0,886	0,2038	3,06
22	20	25	0,38	0,894	0,3397	8,49
26	21	30	0,55	0,900	0,4950	14,85
30	22	30	0,75	0,905	0,6788	20,36
34	24	35	1,03	0,908	0,9352	32,73
38	26	40	1,36	0,910	1,2376	49,50
42	28	45	1,75	0,913	1,5978	71,90
46	29	45	2,11	0,913	1,9264	86,69
50	30	40	2,51	0,913	2,2916	91,67
54	31	35	2,95	0,914	2,6963	94,37
58	32	30	3,41	0,917	3,1270	93,81
62	34	30	4,03	0,919	3,7036	111,11
66	35	25	4,58	0,922	4,2228	105,57

manuál hmotové tabulky sortimentační tabulky výpočet

Tab. 4.6. Výpočet hmot

$d_{1.3}$ s kůrou (cm)	srážka na kůru	kulatinové výřezy tloušťková třída						rovnané užitkové dříví	palivové dříví
		1.	2.	3.	4.	5.	6.		
34	0,908	0,05	0,46	0,39				0,07	0,03

1,00 = 100 %
součet jednotlivých podílů

Sortimentační tabulky Dejmal, 1986

Tab. 4.7. Příklad sortimentačních tabulek pro smrk, tloušťková třída 34 cm

Teoretické rozčlenění těžebního fondu proto musí být upraveno podle množství cenných výřezů odhadnutého při svěrkování porostu. Pro každou tloušťkovou třídu (přicházející v úvahu), se podle výšky stromu a jednotnou délku prvního výřezu (např. 3 m), stanoví s pomocí hmotových tabulek a Speidlova pravidla podíl prvního výřezu na výšce a na objemu kmene bez kůry, do sortimentace se tyto vykalkulované objemy zanesou do cenných výřezů, a současně se o ně sníží tabulkové objemy v nejvyšších tloušťkových třídách vyšších jakostí kulatin.

$d_{1,3}$ cm	výška m	objem stromu m^3 b.k.	délka výřezu % z výšky	objem výřezu %/m^3 b.k.
58	32	3,127	9,4 %	18 %/0,56
62	34	3,704	8,8 %	18 %/0,67
66	35	4,223	8,6 %	18 %/0,76
70	36	4,759	8,3 %	16 %/0,76
74	37	5,324	8,1 %	16 %/0,85
78	38	5,886	7,9 %	16 %/0,94

svěrkovací manuál — výškový grafikon — hmotové tabulky — Speidlovo pravidlo

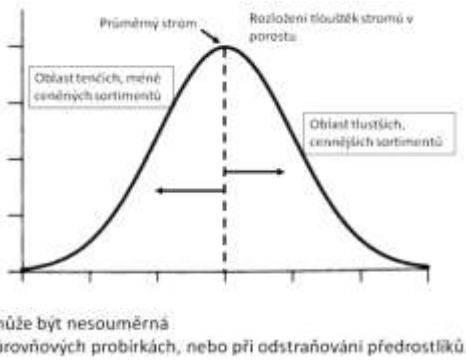
Tab. 4.8. Kalkulace objemu cenných výřezů

d 1,3	1,00	Kulatinové výřezy									Ostatní surovina	Palivové dříví
		I.jakost		II. jakost		III.A.			III.B.			
	– m^3 b.k.	tloušťkové třídy				3	4	5	2b	3		
66	1,00					0.14	0.25	0.51	0.05		0.01	0.04
	4,22					0.59	1.06	2.15	0.21		0.04	0.1*
								0.76				
				0.76								
66	1,00											
	4,22			0.76		0.59	1.06	1.39	0.21		0.04	0.1*

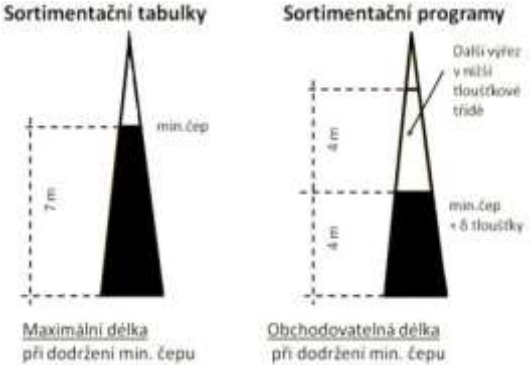
1.řádek – teoretické členění na sortimenty dle tabulek
2.řádek – přesun jednoho cenného výřezu délky 3 m!
3.řádek – výsledné členění na sortimenty pro jeden strom!

Tab. 4.9. Přesuny v sortimentním členění

Výsledkem je teoretická sortimentace těžebního fondu, udávající, jaké sortimenty a v jakém množství bude pravděpodobně možné získat těžbou uvedeného souboru stromů. Skutečnost však může být odlišná, nejen z důvodu nepřesnosti měření stromů, zjišťování jejich objemu i vlastní sortimentace, ale především jako důsledek aktuální situace na trhu dřívím. Při nezájmu o tenkou kulatinu bude například její část prodána jako vláknina – nebo naopak; v případě zvýšeného zájmu o cenné výřezy a sloupy se podaří prodat část kulatiny v těchto jakostech – nebo naopak. Pracnost sortimentace podle tabulek (a vysoká pravděpodobnost chyb) vedla k tomu, že se v současné době tato metoda používá jen u malých vlastníků lesů, a ve znalecké praxi (když je třeba dokladovat jednotlivé kroky sortimentace). V ostatních případech se používají **sortimentační počítačové programy**. Ty jsou v zásadě dvou typů. S dostupnými taxačními údaji z LHP pracují programy **nevyžadující venkovní práce v porostu**, vycházející z průměrného stromu porostu podle dřevin. To je ošidné z důvodu časového odstupu od zjištění taxačních dat v porostu, ale zejména při nesouměrné tloušťkové křivce v podúrovňových probírkách, nebo při odstraňování předrostlíků. Obecně platí, že oblast tenčích, méně ceněných sortimentů – ležící pod tloušťkově průměrným stromem, a oblast tlustších, více ceněných sortimentů – ležící nad tloušťkově průměrným stromem, ovlivňují sortimentní skladbu a tržby za dříví výrazněji, než průměrný strom. Proto jsou součástí těchto programů různé empirické opravné koeficienty na kvalitu dříví, hniloby, zavětvení atd. Přesnost zjištění celkového objemu dříví k těžbě a jeho sortimentace je nevalná, ale výhodou těchto programů je rychlost a relativní „bezpracnost". Druhou skupinou sortimentačních počítačových programů jsou ty, které **vyžadují venkovní práce v porostu**, a to nad rámec průměrkování. Jako vstupní údaje slouží hodnoty ze svěrkovacího manuálu (tloušťky a výšky), ale měří se i výška nasazení koruny, zavětvení atd. Tyto programy bývají i **interaktivní** v tom smyslu, že umožňují měnit parametry pro sortimentaci – délky výřezů a čepové tloušťky, a tím se přiblížit realitě na trhu, jinak řečeno, sortimentace v interaktivním programu je bližší reálným možnostem odbytu, než tabulková. Například sortimentační tabulky zařadí do kulatiny výřez až po příslušný minimální čep, bez ohledu, zda je výsledná délka prodejná, či je násobkem prodejné délky, ale interaktivní program zařadí do kulatiny jen násobky prodejných délek.



Obr. 4.4. Poloha průměrného stromu v rozložení četnosti tlouštěk

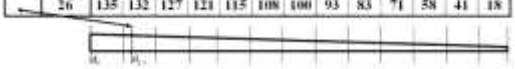


Obr. 4.5. Sortimentace podle tabulek, a v interaktivním programu

V praxi charakterizuje porost **reprezentativní strom**, což je strom, odpovídající tloušťkou rozdělení tlouťek stromů v porostu **Weiseho procentu.** Vynásobením počtu stromů v porostu Weiseho procentem získáme pořadí reprezentativního stromu a tím jeho tloušťkovou třídu. Pro symetrické rozdělení je Weiseho procento 55 %, pro pravostranné asymetrické 52 %, pro levostranné asymetrické 60 % a pro klesající 68 %.

K sortimentaci, či jako podklad pro počítačový program, mohou být použity tabulky kmenových profilů, nepravé a pravé tvarové řady a kmenové křivky. Nadějnými metodami sortimentace může být prostorové skenování porostů a počítačová analýza obrazu, které se v současnosti používají výzkumně a poloprovozně.

$d_{1,3}$ cm	Výška m	Tloušťka kmene bez kůry v mm ve výšce												
		1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
14	6	135	71	21										
	8	135	101	64	21									
	10	135	112	87	62	20								
	12	135	118	101	81	56	20							
	14	135	121	109	95	76	52	20						
	16	135	124	114	102	89	72	48	19					
	18	135	126	117	108	97	85	69	48	19				
	20	135	128	120	112	103	93	82	68	48	19			
	22	135	130	123	116	108	100	90	78	63	49	18		
	24	135	131	125	118	111	104	95	86	74	60	42	18	
	26	135	132	127	121	115	108	100	93	83	71	58	41	18



Tabulky příčných profilů udávají tloušťku kmene v mm bez kůry, v každém tloušťkovém stupni pro známé výšky. Udávají tloušťky v 1 m od pařezu, ve výšce 1,3 m od pařezu, až do maximální známé výšky. Neobsahují tloušťku na pařezu. Vzhledem k tomu, že byly naměřeny na několika tisících vzorníků, je jejich praktická přesnost vysoká.

Tab. 4.10. Příklad tabulek příčných profilů (smrk)

↓tloušťka v $d_{1,3}$ = 100,00 %

Výška v m	Hodnota tvarové řady ve výšce														
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29
	v %														
10	105,75	87,50	68,40	46,00	24,69										
12	105,11	90,70	76,50	59,30	39,20	20,30									
14	104,52	92,20	82,00	68,00	52,10	34,00	17,10								
16	104,00	93,00	84,90	74,65	61,90	46,40	30,00	14,70							
18	103,52	93,47	86,30	79,00	68,80	56,20	41,80	26,80	12,80						
20	103,10	93,76	87,22	81,20	73,90	63,00	51,40	37,80	24,00	11,30					
22	102,73	93,94	87,82	82,45	77,00	68,90	58,00	46,90	34,10	21,65	10,04				
24	102,40	94,08	88,23	83,23	78,60	72,65	63,80	53,70	42,80	30,90	19,65	08,95			
26	102,10	94,15	88,51	83,78	79,56	74,75	67,80	59,00	49,60	39,20	28,05	17,87	08,06		
28	101,83	94,17	88,72	84,16	80,21	75,95	70,52	63,30	55,00	45,60	35,90	25,50	16,25	07,24	
30	101,60	94,20	88,87	84,44	80,69	76,78	72,11	66,50	59,25	51,05	42,00	32,70	23,10	14,70	06,53

Změřená tloušťka v $d_{1,3}$ představuje 100 %,
tloušťka ve výšce 15 m bude u stromu vysokého 20 m 37,80 % tloušťky v $d_{1,3}$

Nepravé tvarové řady udávají poměr mezi tloušťkou kmene ve výšce 1, 3, 5 m atd., a tloušťkou v $d_{1,3}$. Tloušťka v $d_{1,3}$ je 100 %, proto je hodnota tloušťkové řady v 1 m více než 100 % a směrem vzhůru klesá. Tvarová řada tak vyjadřuje úbytek tloušťky od pařezu k vrcholu a tvar kmene. Důležitou vlastností tvarové řady je, že kmeny se stejnou výškou mají stejnou tvarovou řadu. Výhodou tvarových řad je, že platí bez ohledu na jednotku tloušťky, ve které byly zjištěny.

Tab. 4.11. Příklad tabulky nepravých tvarových řad (buk)

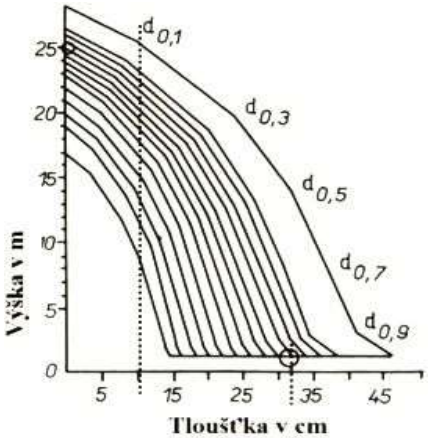
Příklad: $d_{0,1} = \eta_{0,1} * d_{0,9}$

1/10 výšky	3/10 výšky	5/10 výšky	7/10 výšky	9/10 výšky
η 0,9	η 0,7	η 0,5	η 0,3	η 0,1
1,000	0,889	0,773	0,583	0,252

$d_{0,1}$ - tloušťka v určité relativní výšce kmene
$\eta_{0,1}$ - hodnota tvarové řady v určité relativní výšce
$d_{0,9}$ - tloušťka kmene v 1/10 výšky

Pravá tvarová řada je procentickým vyjádřením poměrů mezi tloušťkami kmene měřenými v určitých relativních výškách od paty kmene (1/10, 2/10, 3/10 atd.) a základní tloušťkou v 1/10 výšky kmene, rovnající se 100 %, či 1,00). Jako podklad pro sortimentační programy neslouží, ale využívá se pro vytvoření výtvarnice kmene.

Tab. 4.12. Příklad tabulky pravých tvarových řad



Kmenové křivky jsou sestaveny pro jednotlivé tloušťkové a výškové stupně, a tloušťky se z grafu odečítají v absolutních hodnotách.

Příklad:
strom o výšce 25 m má v 1/10 výšky (2,5 m) tloušťku 32 cm,
a v 9/10 výšky (22,5 m) 10 cm.

Obr. 4.6. Příklad kmenové křivky

4.3.2. Těžební projekt (technologická karta)

Technologická karta musí obsahovat **identifikační údaje**: označení lesního majetku a porostu; údaj o ploše porostu (těžební ploše), věku porostu, druhu a výši těžby, a kdo kartu zpracoval a schválil. V technologické kartě je určena technologie a pracovní postup; v případě realizace vlastními prostředky počet pracovníků, hrubá kalkulace spotřeby času; sortimentace; návaznost na pěstební činnost (ochrana zmlazení, výška pařezů pro mechanizované zalesňování, způsob likvidace klestu); nákres pracoviště; upozornění na specifika pracoviště z hlediska pěstebního a bezpečnosti práce (vypnutí proudu u elektrovodů atd.). **Doba těžby** porostu se volí podle obecně známých hledisek (zmlazené porosty, porosty s přístupem přes zemědělské pozemky, rezonanční dříví, semenné porosty, neúnosné půdy, atd.). Protože provedení těžby mimo optimální období přináší ztráty finanční i kapacitní, je vhodnější, pokud nelze těžbu realizovat v optimálním ročním období (časový skluz, nové nahodilé těžby, změna počasí), ji přesunout na jiné čtvrtletí, případně i do jiného roku. **Provedení technologické karty** a její obsah se liší podle funkce, kterou má. Slouží-li pro řízení vlastních pracovníků, je její obsah jiný, než když je **předávacím protokolem** pracoviště firmě provádějící těžební práce, a poté předávacím protokolem zpět. V těchto případech nemá provádějící firma zpravidla žádné jiné (zejména mapové) podklady, a tomu musí technologická karta odpovídat. Při nákresech se užívá standardních symbolů pro technologie i těžební zásahy.

modře plně	stávající skládky, linky, šipkou směr vyklizování lanem	
modře čárkovaně	navržené skládky a linky	
zeleně (modře)	transportní hranice	
červeně	šipkou směr těžby	
černě	šipkou směr odvozu	
červeně	souvislou plochou holoseč	
červeně	svislými čarami prosvětlovací seč	
červeně	vodorovnými čarami domýcení	
červeně	symbolem .I. výběr po ploše	.I.

Tab. 4.13. Symboly používané v technologické kartě

4.3.3. Technologická příprava (porostu) pracoviště

Technologická příprava pracoviště probíhá současně se zpracováváním těžebního projektu (technologické karty) a spočívá ve

- stanovení dopravních předělů v terénu podle konfigurace terénu a zvolené technologie
- rozčlenění porostu přibližovacími (vyvážecími) linkami na pracovní pole v souladu s pěstebními záměry a plánovanou technologií
- vyznačení stromů určených k těžbě
- určení místa a velikosti ploch pro skládky dříví v závislosti na těžební metodě
- stanovení směru těžby, soustřeďování i odvozu dříví.

Technologická příprava pracoviště musí být provedena včas a ve vazbě na zvolenou technologii, protože příprava pro určitou technologii může jen kompromisně vyhovět technologii jiné, ale může být i nevyhovující. Při **vyznačování stromů k těžbě** se značí barvou každý strom (ve výběrných způsobech těžby a v probírkách), nebo okraje seče. Barva značení by měla být každý rok jiná, aby signalizovala nutnost přeznačení zásahu, pokud se jeho provedení výrazně opozdí. Značí se ze strany budoucího postupu těžby, ale někdy je požadavek na značení ze dvou i tří stran, a dokonce i na označení pařezu! **Linky se vyznačují** vyznačovací páskou (pro možnost provozní korekce), u ověřeného průběhu linek žlutou barvou, šikmými pruhy, klesajícími ve směru soustřeďování. Při prokacování linek se značí buď každý strom, nebo okraje linky, či jen střed linky.

Technologická karta porostu

Organizace (lesní majetek): ***Městské lesy Hradec***

Správní jednotka: ***Polesí Křižánky***						**Čtvrtletí:** ***IV.***		**Rok:** ***2000***	
Porost: ***152***		**Plocha porostu:** ***5,85***				**Hospodářský soubor:** ***43***			
Druh těžby: ***MÚ***		**Těžba celkem m^3:** ***287***				**Jehl.:** ***263***		**List.:** ***24***	
Terénní typ: ***12***					**Technologický typ:** ***A (UKT)***				
Sortimentace těžebního fondu									
Dřevina	**∅ hmot.**	**I. + II.**	**III. A III. B**			**Rovn. užit.**	**Vlák-nina**	**Pal.**	**Celkem**
SM	***1,00***	***15***	***140***				***60***	***20***	***235***
MD	***0,87***	***2***	***15***				***9***	***2***	***28***
BK	***0,53***		***15***			***7***		***2***	***24***
Sa. kon.		***17***	***170***			***7***	***69***	***24***	***287***
Sa. skut.									

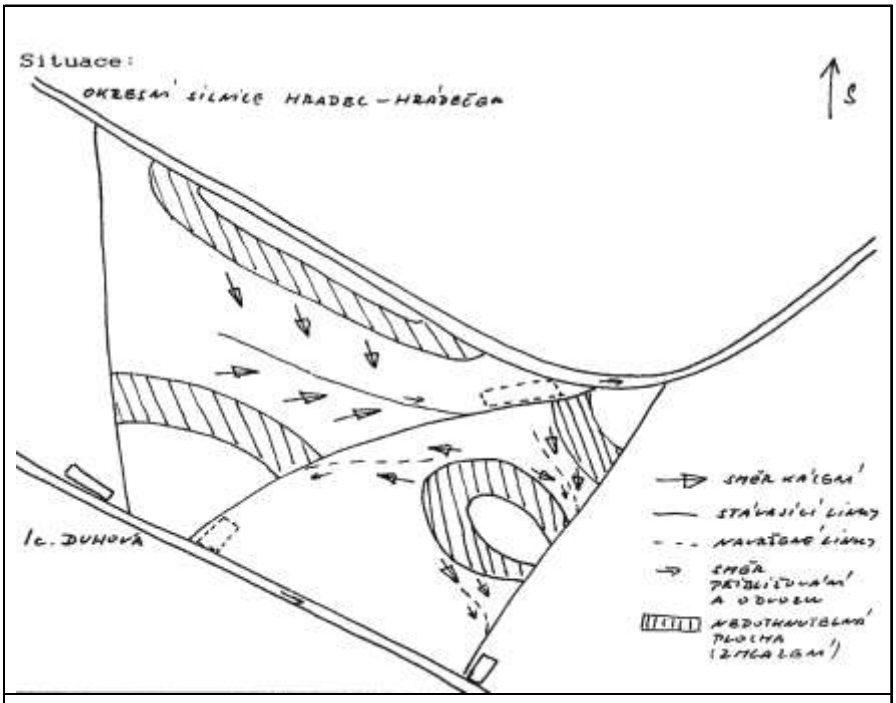
Návrh technologie: ***Kácení RMŘP směrem ze zmlazení ven, vyklizování po tenkém konci lanem navijáku, přibližování krácených surových kmenů (max. 12 m) po linkách UKT. Odvoz průběžně.***

OBP: ***Elektrické vedení u veřejné komunikace na severním okraji porostu***

Orientační výpočet spotřeby času těžby a soustřeďování dříví v Nh:

SM Nč. 117	***0,47 Nh/m^3***	***UKT s radiovým ovládáním***	
Přirážky 218	***5 %***	***Nč. 04/028***	***0,18 Nh/m^3***
236	***1 %***	***Přirážky 03***	***5 %***
Sa SM	***0,50 Nh/m^3***	***Sa SM + MD***	***0,19 Nh/m^3***
MD Nč. 315	***0,39 Nh/m^3***	***Nč. 04/040***	***0,26 Nh/m^3***
Přirážky dtto		***Přirážky dtto***	
Sa MD	***0,41 Nh/m^3***	***Sa BK***	***0,27 Nh/m^3***
BK Nč. 712	***0,53 Nh/m^3***		
Přirážky dtto			***+ 0,5 Nh denní údržba***
Sa BK	***0,56 Nh/m^3***		
Těžba Nh: ***142,5***		**Soustřeďování Nh:** ***56,5***	

Obr. 4.7. Technologická karta těžební činnosti – příklad provedení (první strana)



Předvýrobní příprava: *Úprava skládky u veřejné komunikace*			
Povýrobní úpravy: *Nátěr odřených stromů*			
Další podmínky: **ochrana podrostu:** *Kácením ze zmlazení ven, doporučena těžba na sněhu* **vyklizování klestu:** *jen ze zmlazení* **úrovňové kácení:** *jen na nových linkách* **přípustná míra poškození porostu:** *5 %* **přípustná míra narušení půdního povrchu:** *hloubka kolejí do 5 cm* **ostatní:** *nepoškodit myslivecká zařízení*			
Zpracoval (dne): *5.9.1999 Novák*		**Schválil (dne):** *10.10.1999 Nováček*	
Zahájení prací:		**Ukončení prací:**	
Předání k těžbě		**Převzetí po těžbě**	
Předávající	**Přejímající**	**Předávající**	**Přejímající**

Obr. 4.8. Technologická karta těžební činnosti – příklad provedení (druhá strana)

4.3.4. Technická příprava pracoviště

Technická příprava pracoviště představuje technické úpravy pracoviště před započetím těžebních prací - pomístné zpevnění povrchu linek (pro odvětvování protahovacími odvětvovacími stroji), úpravu povrchu skládek, úpravu nájezdů z linek na skládky, přejezdy přes odvodňovací příkopy, zpevnění mostků, atd. Nemusí tedy být součástí přípravy každého pracoviště, a proto je vhodné technologické karty porostů, které technickou přípravu pracoviště vyžadují, zakládat a sledovat zvlášť.

4.3.5. Plán povýrobních úprav pracovišť

Při tvorbě ročního plánu je nutné z důvodů kapacitního a finančního plánování alespoň odhadnout rozsah náročnějších povýrobních úprav pracovišť, např. reprofilace cest a odvodňovacích příkopů. Tam,

kde takovou povýrobní úpravu předpokládáme, to musí být uvedeno v technologické kartě, aby nedocházelo dodatečně ke sporům mezi zadavatelem prací a prováděcí firmou.

4.3.6. Doba těžby

Doba těžby dříví (roční období těžby dříví) byla v minulosti ovlivněna především tím, že pracovní síly a potahy ze zemědělství mohly být uvolněny pro práce v těžbě a dopravě dříví jen v zimním období. K tomu přispíval názor, že v zimních měsících vytěžené dříví je kvalitnější, než dříví z letní těžby. V současnosti se těží celoročně, ale z řady důvodů se v lesnické a dřevařské praxi stále dříví dělí na dříví ze zimní těžby (vytěžené v době klidu mízy), a dříví z letní těžby (vytěžené v míze). Protože na dobu rašení dřevin (dobu mízy) má vliv především nadmořská výška místa těžby, rozlišovaly nyní již nezávazné normy ČSN 48 0055 Jehličnaté sortimenty surového dříví a ČSN 48 0056 Listnaté sortimenty surového dříví zimní a letní těžbu podle dvou výškových pásem, a toto rozlišení se užívá v praxi nadále. Protože expozice lokality ovlivňuje skutečný nástup jara, zařazují se porosty na jižních expozicích do těžby na začátek zimy.

Nadmořská výška	Zimní těžba	Letní těžba
do 500 m n. m.	od 1.10. do 30.4.	od 1.5. do 30.9.
nad 500 m n. m.	od 1. 9. do 15.5.	od 16.5. do 31.8.

Tab. 4.14. Rozdělení doby těžby na zimní a letní

U **porostů gravitujících k nezpevněným cestám** je při plánování těžby nutné respektovat dobu mrazu nebo sucha. Při promeškání vhodné doby nastává nutnost odvozu dříví za každou cenu, nebo vznikají nemobilní zásoby. Výhodou je kontraktorský způsob výroby, kdy majitel lesa neodpovídá za dodávku dříví, a může vyhlásit zákaz vjezdu do lesa. Zařazení porostů **gravitujících ke zpevněným cestám** je na ročním období nezávislé.

Sníh ztěžuje přístup do porostů, a odklízení sněhu při kácení (ústupová cesta, výška pařezů) je pracné a nákladné. Pokácené stromy mizí pod sněhem, motomanuální odvětvování je ztíženo, při evidenci a přibližování dříví je nebezpečí nepřijatých a nepřiblížených kusů. Je vyšší pracnost, nákladovost a spotřeba PHM. Limitní přirážky v těžbě a přibližování UKT, SLKT jsou podle výšky sněhu 3-15 %. Porosty s přirozeným zmlazením se zařazují do těžby přednostně při sněhové pokrývce, pokud je podrost natolik nízký, že jej lze sněhem chránit. V balvanitých terénech na rovinách sníh poněkud vyrovnává terénní nerovnosti, a přibližování na sněhu je tak snazší. To ale neplatí v balvanitých terénech na svazích, kde se rizikovost práce za vlhka a na sněhu neúměrně zvyšuje.

Za **mrazů** se dříví snadno štípe, což zvyšuje rizikovost práce a snižuje kvalitu dříví. Je vyšší pracnost, nákladovost a spotřeba PHM. Limitní přirážky v těžbě jsou 3-8 %, a používá se doplňkový normativ na startování. Letní nafta je filtrovatelná do 0 ºC, zimní do -15 ºC, arktická do -26 a -32 ºC. Hydraulické systémy jsou nespolehlivé.

Dešťové srážky komplikují výrobní proces zpravidla jen dočasně. U dešťů spojených s táním sněhu a u podzimních dešťů ale bývají některé půdní druhy nasyceny vodou natolik, že porosty na nich jsou dlouhodobě nepřístupné.

Lužní lesy a **bažinaté plochy** jsou přístupné za mrazu, nebo za dlouhotrvajícího sucha, ale obě řešení nejsou zcela spolehlivá.

Stromy nachýlené nad vodní hladinu vodních nádrží lze zařadit do těžby za silných mrazů, kdy led udrží pád stromu, a umožní zpracovat strom na ledě.

Škody na předmýtních porostech, způsobené těžbou a soustřeďováním dříví, se kumulují po celou dobu obmýtí – proto je u výchovných těžeb nutná nejvyšší šetrnost. Přednostně by měly být zařazovány do těžby v zimě na sněhu, kdy sníh chrání půdní povrch, kořenové náběhy a povrchové kořeny před poškozením. Smyková pevnost kůry je v zimním období 2x vyšší než v období mízy, a v této relaci je i četnost poškození stromů porostu ve výchovné těžbě. Četnost střetů vyklizovaného dříví se stojícími stromy je v létě i v zimě stejná, ale v zimě mají jen některé střety za následek sloupnutí kůry. Poletujících spor dřevokazných hub je v zimě méně než v létě, a v zimě zasmolená poranění se později neinfikují. Proto nemají všechna zimní poranění stromů za následek napadení hnilobou.

Porosty s přístupem přes zemědělské pozemky jsou podle lesního zákona přístupné kdykoliv, ale s povinností náhrady škody! U obilnin je proto k dispozici jen krátký čas mezi sklizní a orbou (za kosou pluh). U víceletých plodin se soustřeďování provádí v zimě za sněhu a mrazu, aby se traktor "neprohrábl" až na půdu. Sníh je tepelná izolace, proto se musí trasa nejprve projet bez nákladu, nechat stopu promrznout a teprve poté přibližovat. Vždy je třeba s vlastníkem zemědělského pozemku projednat, kdy budou práce provedeny, kde bude skládka, a jak budou řešeny škody - věcné či finanční plnění, uvedení do původního stavu.

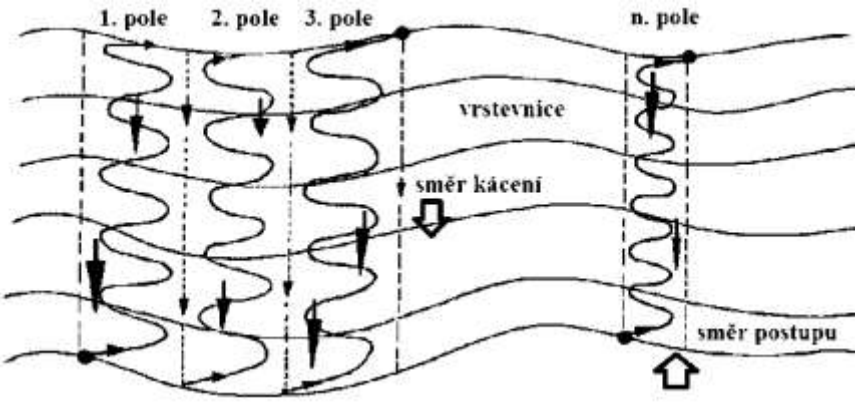
Listnáče kulatinových dimenzí se těží především v zimě, pro předejití praskání dřeva vysycháním. I u tenkých sortimentů se dává přednost zimní těžbě u dřevin (bříza), které rychle podléhají změnám kvality zapařením. Jehličnany jsou méně citlivé na dobu těžby s výjimkou borovice, která v teplém počasí modrá, a za vysokých letních teplot i smrku, který je ohrožen černáním. Tříslová kůra může být získávána jen z těžby v době mízy. **Smíšené porosty** se zařazují do těžby s ohledem na minimalizaci nejvyššího rizika (např. zařazení celého porostu s výskytem rezonančního dříví do zimní těžby), nebo se volí **dvoufázová těžba**, kdy se v zimním období vytěží listnáče a jehličnany obsahující cenné výřezy, a v letním období se dotěží zbytek zásahu.

Požadavky odběratelů na dobu těžby se mohou výrazně lišit podle druhu výrobků, způsobu výroby a odbytu. Proto je třeba mít s odběratelem smlouvu podle kvartálů a dřevin. Ve smlouvách je třeba ošetřit dříví těžené v zimním období, ale dodávané ještě počátkem letního období.

Pokud jsou do těžby naplánovány **semenné porosty**, mělo by tak být v semenném roce a v období, kdy je osivo vyzrálé, aby mohlo být sebráno osivo z pokácených stromů.

4.3.7. Pohyb těžařů a strojů porostem

Základní rozčlenění porostů vychází z lesní dopravní sítě, a z trvalého rozdělení lesa daného lesním hospodářským plánem. Toto rozčlenění je nutné respektovat, a nižší úrovně zpřístupnění lesa je třeba volit minimálně s perspektivou na obmýtí. Zcela nevhodné je, aby byly lesní porosty pokaždé znovu a znovu zpřístupňované (rozčleňované) pro jiné prostředky, které má lesní provoz shodou okolností právě k dispozici. Takový postup vede v relativně krátké době k naprosté destabilizaci lesních porostů. **Pracovní pole** v těžebním a dopravním procesu je část operační plochy mezi dvěma dopravními předěly (transportními hranicemi), jejímž středem (i excentricky) prochází přibližovací linie. **Šířka pracovního pole** je ideálně dána bočním dosahem uvažovaného prostředku (lana navijáku, hydraulického manipulátoru, fyzickou zvládnutelností při ručním snášení, možností bočního vytažení tažného lana lanovky). **Dopravní předěl** je myšlená čára v terénu, rozdělující území z hlediska dopravní gravitace na dvě části, daná přijatelnou vzdáleností od linky, nebo reliéfem terénu (potok, terénní hřbet). Přes dopravní předěl není žádné vytěžené dříví dopravováno (v technologických kartách se dopravní předěl znázorňuje vlnovkou modré barvy). **Vyznačení stromů k těžbě** by mělo být provedeno až po rozčlenění porostu, vyznačení přibližovacích linek a rozhodnutí o směru pohybu těžařů (strojů) porostem, aby byly stromy vyznačeny ze strany jejich příchodu.



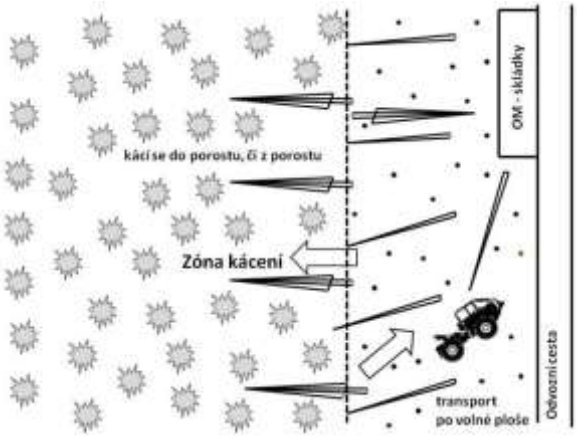
Obr. 4.9. Postup při motomanuální těžbě ve svahu

Určením postupu těžaře (skupiny, stroje) porostem, je stanovení východiska činnosti, trasy pohybu, šířky pracovního pole (pruhu), směru kácení a případně určení manipulační plochy na OM. **Na svazích** limituje postup nebezpečí samovolného pohybu pokácených stromů, proto musí těžař postupovat proti svahu, a stromy kácet špicí po svahu, aby nebyl zachycen korunou stromu, pokud by se strom po pádu dal do samovolného pohybu. Je-li těžební plocha užší než 50-80 m, považuje se zpravidla za jedno pracovní pole, je-li širší, rozčleňuje se na více pracovních polí.

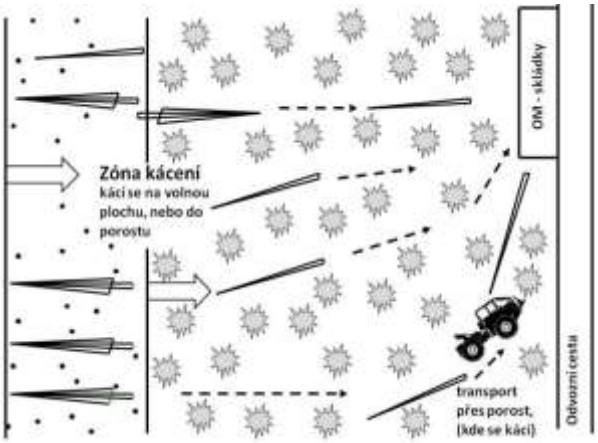
Na rovinách a mírných svazích (do 10 %) se pohyb těžařů řídí těžebním zásahem (pruhová seč, výběr po ploše) a druhem prostředku pro soustřeďování dříví. Pro všechny prostředky pozemního transportu dříví platí, že vyhovuje přímočarý pohyb porostem, při šířce pracovního pole rovnající se dvojnásobku bočního dosahu vyklizování.

Obr. 4.10. Postup při motomanuální těžbě na rovině a mírných svazích

Na rovinách a v mírných svazích může být v**ýchodiskem těžařů (strojů) OM**, od kterého se během své činnosti vzdalují. V tom případě se kácí směrem od, nebo k OM tak, aby byl poslední pokácený strom na povrchu. Nevýhodou je kácení do porostu, ale při kontinuálním přibližování je výhodné, že je pohyb přibližovacích prostředků mimo zónu kácení, a při holosečné těžbě po volné ploše. Pokud při selektivních těžbách dojde k poškození stojících stromů soustřeďovaným dřívím, má jejich dodatečné vytěžení za následek zředění porostu.



Obr. 4.11. Postup od OM do nitra porostu



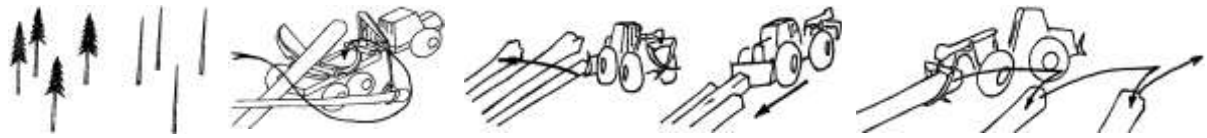
Obr. 4.12. Postup z nitra porostu k OM

Východiskem těžařů (strojů) může být i nejvzdálenější část porostu, a pak se během své činnosti k OM přibližují. Kácí se směrem od, nebo k OM tak, aby byl poslední pokácený strom na povrchu. Při kontinuálním přibližování dříví je nevýhodou pohyb přibližovacích prostředků v zóně kácení, a z hlediska poškozování stojících stromů v selektivních těžbách jízda prostředků porostem. Výhodu je kácení do volného prostoru, a to, že do zóny, ve které bylo ukončeno kácení a soustřeďování už nikdo nevstupuje. V obnovních těžbách tak není přirozené zmlazení vystaveno riziku poškození. Ve výchovných těžbách do porostu s ukončenou těžbou nevjíždí přibližovací prostředky a nepoškozují stojící stromy (silně poškozené stromy lze vytěžit včas).

3.2.6. Směr kácení stromů

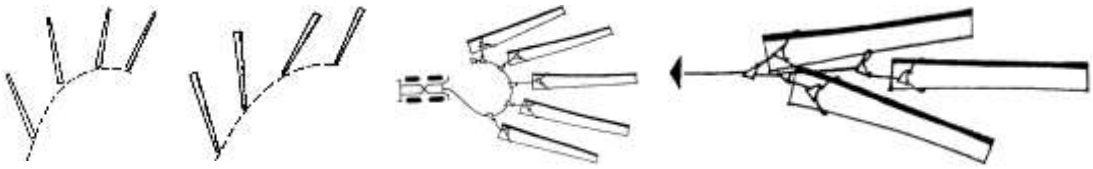
Kácení stromů je první operací v těžbě dříví, rozhodující o dalším postupu prací. Proto než se rozhodne, kterým směrem kácet, musí být promyšlený celý výrobní proces, především "kudy půjde" dříví z nitra porostu na linku, a v jaké formě (strom, kmen, výřez).

Paralelní kácení (**rovnoběžné**) se používá pro následné bezúvazkové soustřeďování dříví vyvážecím traktorem se svěrným oplenem či traktorem s klešťovým závěsem. Sestavování nákladu je při takto nakáceném dříví snazší.



Obr. 4.13. Paralelní kácení a následné sestavení nákladu vyvážecím traktorem se svěrným oplenem a traktorem s klešťovým závěsem

Kácení po tlustém konci se používá pro sestavování nákladu sběrným lanem, kdy se kácí oddenky vějířovitě do směru vyklizování a přibližování (nejčastější případ). **Kácení po tenkém konci** se rovněž používá u metody sběrného lana, když se kácí špičkami vějířovitě do směru vyklizování a přibližování (při kácení po špičkách ze zmlazení, a ve všech případech, kdy je nutné zkrátit vzdálenost vyklizování). Velikost nákladu by měla v obou variantách odpovídat následujícími přibližovacímu prostředku.



Obr. 4.14. Kácení po tlustém a tenkém konci, a následné sestavení nákladu sběrným lanem

Kácení se svazkováním je obvyklé jen při použití káceče-hromádkovače, který pokácené stromy ukládá do balíků, velikosti odpovídajících následně použitému přibližovacímu prostředku.

Kácení na linku se používá při potřebě zpevnit povrch linky kobercem z klestu. Stromy se kácejí tak, aby korunou, nebo její částí dopadly na linku. V trase lanovky s nataženým lanem se už nemůže kácet na trasu, ale jen do její blízkosti, kde se odříznou celé vršky, a dotáhnou na trasu.

Kácení na rošt se provádí jen zcela výjimečně, jako způsob ochrany přirozeného zmlazení, protože těžba a přibližování jsou pracné, ochrana zmlazení není absolutní, a při kácení stromů přes sebe dochází k jejich lámání. Ve zmlazení se pokácí několik stromů napříč (v rozestupu menším než porostní výška), a po jejich odvětvení se přes ně kácí další stromy. Napříč pokácené stromy tvoří rošt bránící poškození zmlazení, protože většina kácených stromů zůstává na tloušťku stromů nad půdním povrchem. Příčně ležící kmeny se přiblíží v krátkých výřezech, aby poškození zmlazení vytáčenými výřezy bylo co nejmenší.

Obr. 4.15. Kácení se svazkováním

Obr. 4.16. Kácení na linku

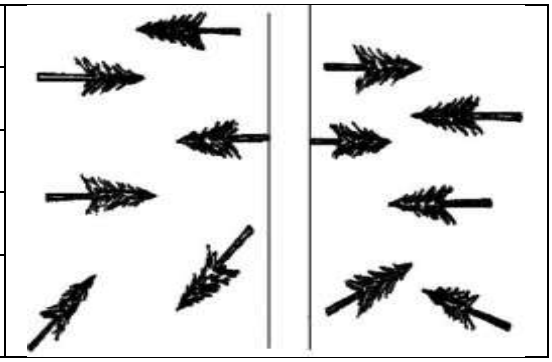
Obr. 4.17. Kácení na rošt

Kácení k lince a od linky (po tlustém nebo tenkém konci) minimalizuje v selektivních těžbách vzdálenost vlečení dříví porostem, četnost střetů vyklizovaného dříví se stojícími stromy, a tím škody na stojícím porostu. Úhel kácení k lince závisí na vzdálenosti káceného stromu od linky (čím je blíže lince, tím je úhel ostřejší), a na délce káceného stromu (čím je delší, tím je úhel ostřejší). Ostřejším

úhlem se ale prodlužuje délka trasy vlečení výřezu porostem, a zvyšuje nebezpečí poškození stojících stromů vlečeným dřívím. Kácení stromů kolmo k lince je možné jen v sortimentní metodě, variantě standardních délek, ale ani tak nelze vyklidit každý výřez ve směru pokácení, a špičky výřezů se při vyklizování vychylují o 3,5-4m. Bezeškodná výchovná těžba realizovaná kmenovou metodou je v hustších porostech prakticky nemožná!

Dopravovaný sortiment		Úhel vyklizování k lince
Krátké výřezy max. délka = šířka linky	4 m	libovolný až 90°
Výřezy (stromy, kmeny) max. délka 2x šířka linky	8 m	max. 65°
Výřezy (stromy, kmeny) max. délka 3x šířka linky	12 m	max. 45°
Stromy, kmeny max. délka 5x šířka linky	20 m	max. 25°

Tab. 4.15. Doporučené úhly vyklizování dříví k lince



Obr. 4.18. Kácení k lince a od linky

4.4. Příprava výroby v pěstební činnosti

Charakteristickým rysem lesní výroby je její dlouhodobost a cykličnost, což znamená, že obnově lesa předchází těžba, a že při přípravě výroby v pěstební i těžební činnosti je nutné respektovat jejich návaznosti, neboť se vzájemně ovlivňují.

Dlouhodobá i krátkodobá příprava výroby všech **úseků pěstební činnosti** (produkce sadebního materiálu, obnova lesa, ošetřování, ochrana a výchova kultur) vychází z LHP, přičemž dlouhodobá opatření mají koncepční charakter s víceletým časovým horizontem. Pro bezprostřední realizaci výroby má značný praktický význam krátkodobá příprava výroby, vztahující se ke konkrétnímu pracovišti s danými přírodními podmínkami, podmínkami ovlivněnými předchozí činností, technicko-ekonomickými možnostmi realizátora ap. Obsahem krátkodobé přípravy je kvantifikace jednotlivých operací, stanovení jejich sledu a náročnosti, předběžná kalkulace pracnosti a nákladů ve vztahu k volitelným technickým prostředkům pro každé pracoviště, s mírou přesnosti, jež je pro volbu techniky a technologie nutná. Při umělé obnově lesa se krátkodobá příprava výroby musí pojímat komplexně pro tři její hlavní fáze: příprava stanovišť (ploch a půdy), vlastní výsadbu včetně transportu sazenic, ošetřování a ochranu založených kultur.

Sestavení technologie a výběr technických prostředků na podkladě analýzy přírodně výrobních podmínek a cíle obnovy usnadňuje klasifikace ploch. Klasifikace charakterizuje plochy podle parametrů typologických a technických.

Typologické parametry ploch vycházejí z principů diferenciace hospodaření podle hospodářských souborů a poskytují hlavní rámcové informace o zastoupení dřevin, počtu, typu a vyspělosti sazenic, prostorovém uspořádání kultury, požadavcích na způsob přípravy půdy a výsadby, likvidaci buřeně ap.

Technické parametry plochy jsou dány sklonem terénu, jeho členitostí a únosností, tvarem plochy, expozicí, výskytem překážek (pařezů, kamenů), nežádoucích nárostů ap. Významným prvkem je svahová dostupnost (dynamická stabilita) kolových traktorů. V současnosti je u nás používána patnáctistupňová terénní klasifikace Lesprojektu, podle které lze rozhodnout o použití či nepoužití určitých druhů mechanizačních prostředků v aktuálním terénu. Při obnově konkrétní plochy musí být vedle rámcových parametrů dle klasifikace ploch poznány i reálné vlastnosti plochy zjištěné její rekognoskací. Podkladovým materiálem přípravy výroby je při obnově lesa **zalesňovací projekt**. Jeho podoba, uspořádání, podrobnost a způsob zpracování závisí na rozsahu prací, jejich obtížnosti, vybavenosti pracoviště ap.

Podkladem krátkodobé přípravy výroby je **technologická karta**, poskytující informace o pracovišti včetně topografické situace, výčtu jednotlivých operací, stanovené technologii i technicko-ekonomických datech. Její vnější podoba, rozsah či obsah nejsou závazné, plně závisí na uživateli či zpracovateli, na jeho potřebách a možnostech. Zásadně by však neměla být opomíjena a nemělo by být

postupováno živelně. Pro její zpracování lze s výhodou použít výkonových norem jak pro cenové, tak i pro časové a kapacitní kalkulace, které mohou pomoci zvolit optimální technologický postup s ohledem na dané stanovištní, technické, ekonomické možnosti a podmínky.

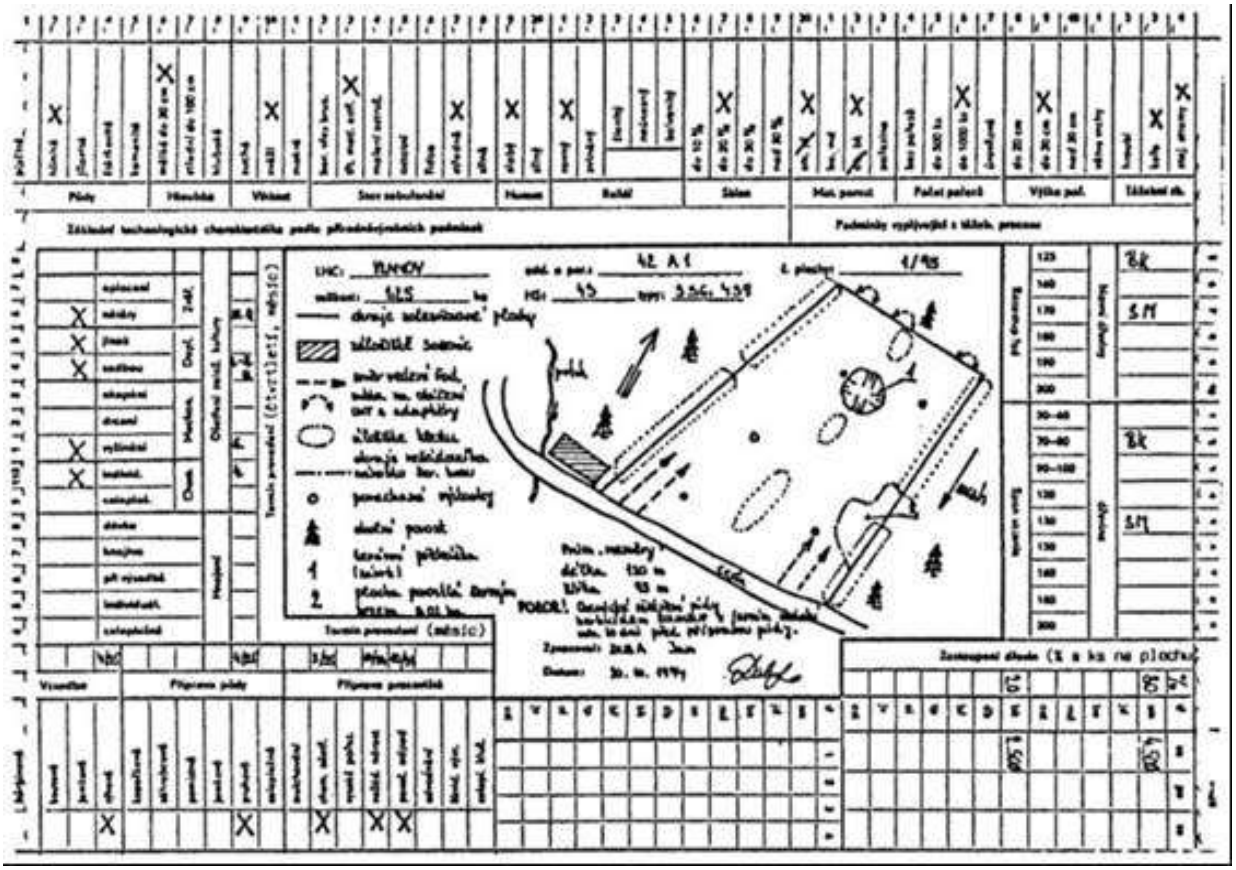
4.5. Výrobně-technické podmínky

V průběhu všech činností v lesích naší předkové poznali, že způsob realizace, doba potřebná na vykonání práce, její nákladnost, namáhavost i rizikovost závisejí na různých zjevných i skrytých faktorech, pro které se používá termín **výrobně-technické podmínky**. Ty ovlivňují, případně limitují

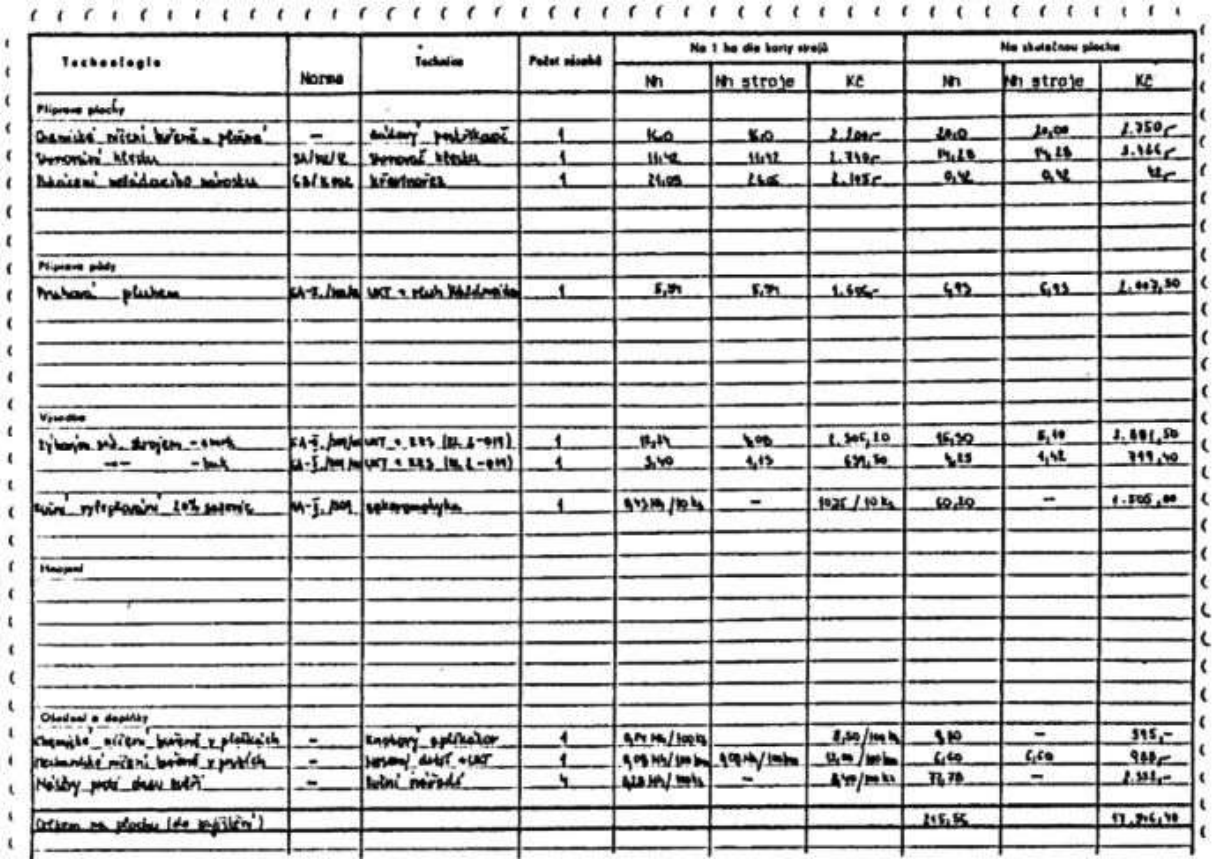
- způsob realizace výrobního procesu
- produktivitu práce
- ekonomiku výrobního procesu
- bezpečnost práce.

Z hlediska faktoru času jsou výrobně-technické podmínky

- **neměnné** - terénní a klimatické podmínky
- **měnitelné ihned** - sortiment zadaný do výroby
- **měnitelné v krátkém čase** - zpřístupnění lesa
- **měnitelné v delším období** - druhová skladba, hospodářský způsob.



Obr. 4.19. Příklad technologické karty pěstební činnosti (přední strana)



Technologie	Norma	Technika	Počet osob	Na 1 ha dle karty strojů			Na skutečnou plochu		
				Nh	Nh stroje	Kč	Nh	Nh stroje	Kč
Přípravné plochy									
Chemické ničení buřeně - plošné	–	postřikovač	1	1,40	1,40	2.100,–	20,0	20,00	1.750,–
Sečení křovin	5A/Nh/R	křovinořez	1	11,42	11,42	1.713,–	14,28	14,28	1.785,–
Řezání nežádoucího nárostu	6A/1 kus	křovinořez	1	24,05	24,05	3.607,–	0,42	0,42	63,–
Přípravné půdy									
Orba pluhem	5A-T./ha/h	UKT + pluh	1	5,31	5,31	1.593,–	6,93	6,93	2.079,30
Výsadba									
Výsadba sad. dřevin - sazba	5A-T./ha/h	UKT + [illegible]	1	15,11	4,00	1.206,10	15,20	5,10	1.881,30
-"- - lesní	5A-T./ha/h	UKT + [illegible]	1	5,40	4,15	621,30	4,25	4,12	399,40
Ruční vyřezávání 10% sazenic	4A-T./100	motorovým	1	8,43 Nh/10 ks	–	1026 / 10 ks	60,20	–	1.806,00
Hnojení									
Ošetření a doplnky									
Chemické ničení buřeně v plošcích	–	postřikovač	1	8,81 Nh/100 ks		8,50/100 ks	9,30	–	395,–
Mechanické ničení buřeně v pruzích	–	motorový dstř. + UKT	1	9,08 Nh/100 bm	9,08 Nh/100 bm	12,40 / 100 bm	6,60	6,60	988,–
Náhrady po ztrátě sazeb	–	ruční nářadí	4	648 Nh/100 ks	–	8,40/100 ks	72,78	–	1.311,–
Celkem na plochu (do mzdlistu)							215,55		57.916,30

Obr. 4.20. Příklad technologické karty pěstební činnosti (zadní strana)

Výrobně-technickými podmínkami v lesnických činnostech jsou

- **Terénní podmínky**
  sklon terénu (v %, °), členitost terénu, terénní překážky, okamžitá únosnost půdy, povrch terénu, expozice, nadmořská výška
- **Půdní kryt**
  hospodářský významný podrost – zmlazení; hospodářsky nevýznamný podrost - křoviny, křovitá buřeň
- **Hospodářský způsob, stav porostu**
  tím rozumíme odlišnost těžeb ve výběrném lese, lese pasečném věkových tříd, při rekonstrukcích a převodech, při domýcení zbytků porostu a výstavků, v monokulturách a smíšených porostech
- **Druh těžby, věk porostu**
  tím rozumíme odlišnosti úmyslných těžeb mýtních a předmýtních od nahodilých, kalamitních a imisních
- **Technologické vlastnosti těžených stromů**
  dřevina, dimenze a hmotnatosti stromů, vzrůst a tvar stromů, stupeň a hloubka zavětvení (počet, uspořádání a tloušťka větví), tvar a poloha koruny, velikost kořenových náběhů, zdravotní stav stromů (souše, hniloba, vrcholové zlomy)
- **Klimatické a povětrnostní podmínky**
  klimatické pásmo: tropy, subtropy, mírné pásmo
  klimatický typ: přímořský, kontinentální
  vítr, mlha, mráz, déšť, sníh, námraza
- **Roční období**
  letní těžba (vegetační období, doba mízy), zimní těžba (období klidu mízy)
- **Sortiment dříví předepsaný k výrobě**
  strom (celý, stromové sekce), surový kmen (v celé délce, krácený), výřez (proměnlivé, standardní délky), rovnané dříví (kuláče, kuláčky, štěpiny), tyče a tyčky, štěpky, těžební odpad (klest po odvětvení, pařezy)

- **Prostorové uspořádání a zpřístupnění pracoviště**
  tvar a velikost pracoviště, předepsaný směr pádu stromu a směr vyklizování, dopravní zpřístupnění porostu
- **Společensko-ekonomické poměry**
  míra zespolečenštění vlastnictví, kvalifikační úroveň pracovní síly, cena pracovní síly, infrastruktura (hustota osídlení), politická (obchodní) orientace.

4.5.1. Terénní klasifikace a technologická typizace

Charakteristika terénu ovlivňuje veškeré lesnické činnosti a je neměnná. Proto je velká pozornost věnována jednotnému systému popisu terénu, zaměřenému na vyjádření průjezdnosti. Takto **strukturované popisy terénu** jsou **terénní klasifikací.** Klasifikační systém musí umožnit jednotný a jednoduchý popis terénu, použitelný pro plánování těžebních i pěstebních prací, pro řízení výroby, pro posuzování a vzájemné srovnávání strojů, vývoj strojů a jejich marketing, i pro jednání s podnikateli (kontraktory) zajišťujícími těžební práce. První terénní klasifikace v ČR (převzatá z Norska od prof. Samseta) byla podle Štauda (1963), a rozlišovala terény na traktorové (označované v popisech porostů a v mapách T) a terény lanovkové (označované L). Snahou více autorů bylo vypracovat terénní klasifikaci, která by brala v úvahu co nejvíce faktorů a byla tak co nejpřesnější. Jejich společným osudem bylo to, že se provozně neujaly, protože byly nezapamatovatelné. (Z psychologie práce je známo, že v klasifikačním systému je vhodné omezit počet kriterií na tři, a každé hodnotit pěti stupni. Větší počet kriterií je náročný na zapamatování, a pokud se týká odstupňování hodnocení, systém s méně než pěti stupni je hrubý, a s více než pěti stupni je komplikovaný).

Sklon do 10 %
- nedochází k bočnímu odvalování výřezů - dříví lze vyklizovat lanem libovolným směrem (při navíjení je pod směrovou kontrolou) - z hlediska stability strojů je možné bezúvazkové soustřeďování dříví všemi směry (s použitím klešťových závěsů a vyvážečů se svěrným oplenem - klembankem i klanicových)
Sklon do 25 %
- pokácené stromy jsou stabilní v letním i zimním období - surové kmeny a výřezy jsou stabilní v letním, a většinou i v zimním období
Sklon 26-40 %
- pokácené stromy jsou stabilní v letním, a většinou i v zimním období - surové kmeny a výřezy jsou většinou stabilní jen v letním období, a to jen ve spádnicovém směru - vyklizování lanem je bezpečné jen po spádnici (po svahu i proti svahu), vyklizování šikmo svahem je možné jen proti svahu - pohyb SLKT a strojů se speciálními podvozky je v létě možný po spádnici (se svahu) - je možný provoz lanových systémů využívajících gravitaci
Sklon nad 40 %
- pokácené stromy jsou stabilní jen v letním období - surové kmeny a výřezy se mohou dát samovolně do pohybu (zejména za vlhka) - vyklizování dříví lanem je bezpečně ovladatelné jen proti svahu - práce SLKT je možná jen ve zcela výjimečných případech, a to jen stromovou metodou (když náklad působí jako jištění)

Tab. 4.16. Podrobnější technologická omezení ve sklonových kategoriích

Typickým příkladem byla terénní klasifikace IUFRO (1967), mající 8 kritérií, z nichž některá byla hodnocena 6-10 stupni (např. sklon a délka svahu), a mimo to měla tato klasifikace i slovní popisy. V letech 1971-1979 byla v ČR používána devítistupňová terénní klasifikace Lesprojektu, rozdělující terény na únosné, neúnosné a s překážkami, a to ve třech sklonových kategoriích: do 25 %, od 26 od 40 %, a nad 40 %. Od roku 1980 je užívána rozšířená patnáctistupňová terénní klasifikace, sdružující terénní typy na základě jejich technologické příbuznosti do pěti terénních skupin (A, B, C, D, E). Tyto skupiny terénních typů se svou technologickou charakteristikou blíží technologické typizaci. **Sklonové kategorie** nejsou stanoveny nahodile, ale sklon do 8 % umožňuje pohyb prostředků všemi směry a pokácené dříví je stabilní i na sněhu. Ve sklonu nad 9 % je možný pohyb kolové techniky jen kolmo na vrstevnice (po spádnici). Od sklonu 15 % je možné vlečení dříví a sázení rýhovými zalesňovacími stroji jen se svahu dolů, a sklon 25 % je hranicí použitelnosti UKT. Sklon 40 % je horní hranicí pohybu SLKT. Terény příkřejší (nebo s překážkami) jsou vymezeny pro lanová dopravní zařízení.

Za **únosný terén** je považován terén s únosností 50 kPa a více, což je hranice boření člověka při chůzi. Tato hodnota nekoresponduje s měrným tlakem vyvozovaným žádným běžným prostředkem pro soustřeďování dříví ve velkovýrobních technologiích, proto má takto stanovené rozhraní únosných a neúnosných terénů omezený technologický význam.

Terénní překážky jsou nerovnosti znemožňující průjezd strojů - nerovnosti terénu, balvany, prohlubně atd., jejichž výška či hloubka je více než 0,5 m, a které jsou blíže než 5 m od sebe. Při vzdálenosti větší než 5 m od sebe nejsou překážkou, protože je možné je objet. UKT mohou překonávat jen 0,3 m vysoké, oblé nerovnosti, a tak je jejich pohyb možný jen v příznivém terénu a po linkách. SLKT (a podvozky těžebních strojů) mohou překonávat nerovnosti do výšky 0,5 m, což je pro běžné lesní terény dostatečné. Z uvedeného je zřejmé, že terénní klasifikace uvedená v popisu porostu či v těžební mapě má orientační význam, a že pro volbu technologie je nutná terénní pochůzka. Terén, označený jako únosný, může totiž být pro přibližovací prostředky neúnosný, a terénní překážky do výšky 0,5 m nemusí popis porostu vůbec zachytit, přestože právě rozhraní překážek 0,3-0,5 m je rozhodující pro volbu mezi UKT a LKT. Vzdálenost nerovností větší než 5 m od sebe, je pro objetí překážky dostatečná jen pro traktory, vyvážeče obvykle potřebují cca 7 m.

Sklon terénu		1 Únosné terény		2 Neúnosné terény		3 Terény s překážkami	
		terénní typ	skupina	terénní typ	skupina	terénní typ	skupina
1	do 8 %	**1**1	A	**2**1	D	**3**1	E
2	9 - 15 %	**1**2		**2**2		**3**2	
3	16 - 25 %	**1**3		**2**3		**3**3	
4	26 - 40 %	**1**4	B	**2**4		**3**4	
5	nad 40 %	**1**5	C	**2**5		**3**5	

Tab. 4.17. Terénní klasifikace Lesprojektu (1980)

Číslo terénního typu charakterizuje hlavní znaky terénu: typy začínající 1 jsou terény únosné (nad 50 kPa), typy začínající 2 jsou terény neúnosné (s výjimkou doby zámrzu, případně mimořádného sucha), a typy začínající 3 jsou terény s překážkami. Číslice na druhém pořadí charakterizuje (průměrný) sklon terénu (1) do 8 %, (2) 9 až 15 %, (3) 16 až 25 %, (4) 26 až 40 %, (5) nad 40 %). Protože kombinace sklonu terénu, míry jeho únosnosti a výskytu překážek rozhoduje o použitelnosti prostředků a technologií (těžby, transportu dříví, i pěstební činnosti), jsou některé terénní typy sloučeny na základě této technologické podobnosti do skupin terénních typů, označených velkými písmeny. Tyto skupiny se blíží technologické typizaci, protože skupina terénních typů A lze obsáhnout UKT, skupina B SLKT, skupina C lanovými dopravními zařízeními (z důvodu nadlimitního sklonu terénu), skupina D lanovými dopravními zařízeními (z důvodu neúnosnosti terénu, a není tedy významné v jaké sklonové kategorii), a skupina E lanovými dopravními zařízeními (z důvodu výskytu překážek znemožňujících pohyb kolové a pásové techniky, bez ohledu na sklonovou kategorii).

Skupina terénních typů	Použitelné prostředky	Poznámka
A	**UKT**, SLKT, kůň	kůň jen v nízkých hmotnatostech, v rovinách a po svahu
B	**SLKT**, kůň, LDZ	
C	kůň, **LDZ**	
D	**LDZ** (21,22,23 UKT)	UKT, SLKT a kůň jen při mrazu a mimořádném suchu
	LDZ (24 SLKT)	
	LDZ (25 kůň)	
E	**LDZ** (UKT, SLKT)	UKT, SLKT jen lanem navijáku při postavení stroje na lince

Tučně jsou uvedeny prostředky modelové, ostatní prostředky jsou alternativně použitelné za určitých podmínek

Tab. 4.18. Technologická typizace ve vazbě na terénní klasifikaci LESPROJEKT (1980)

Technologická typizace není přiřazení zcela konkrétních prostředků k terénním typům či jejich skupinám, protože v průběhu vývoje se technické parametry prostředků mění, čímž se mění i jejich technologické vlastnosti. Přiřazení použitelných prostředků je modelové, neznamená tedy normativní závaznost, ale jen doporučení prostředku, který v daných podmínkách vyhoví. Obecně platí, že prostředek s lepšími parametry průchodnosti terénem lze použít v jednodušších terénních podmínkách, ale naopak je to možné jen výjimečně, či v omezeném rozsahu (za zámrzu, za sucha, lanem navijáku

z linek). SLKT tak lze použít v terénech skupiny A, a LDZ v terénech skupiny B. Z hlediska výše přímých nákladů na 1 m^3 přiblíženého dříví to ale bývá nevýhodné, a proto se tyto záměny používají, jen když je to z jiných důvodů vhodné – např. v terénní skupině A se použije SLKT proto, že je vysoká hmotnatost těženého dříví kombinována s dlouhou přibližovací vzdáleností, a nižší rychlost práce UKT by nezajistila přiblížení dříví v disponibilním čase. O použití prostředku s vyššími technologickými vlastnostmi ale mohou rozhodnout i ryze provozní záležitosti – např. SLKT by byl v prostoji, tak je raději nasazen mimo své optimum, což je ale důsledek nedostatečné úrovně přípravy a řízení výroby.

Hospodářská úprava lesů pracuje s edafickými kategoriemi, lesními typy a soubory lesních typů, a ve všech těchto jednotkách se svým způsobem sdružují porosty s podobnými produkčními možnostmi, závisejícími současně i na faktorech, které jsou kritérii terénní klasifikace. Např. půdní druh má určitou produkční schopnost, a současně i určité rozpětí únosnosti. Některé půdní druhy se vyskytují na svazích, nebo naopak na zamokřených rovinách. Z toho vyplývá poměrně těsná vazba mezi terénním typem a edafickou kategorií.

Skupina terénních typů	Terénní typ	Edafická kategorie	Plošné zastoupení	Vysvětlivky	
A	11,12,13	I,H,D,L,U,V,O,P,Q,M,K,S,B	**67,4 %**	T - trvale zamokřené, podzol P - pseudoglej V - vlhká (podmáčená) A - acerozní (kamenitá) D - deluvia (hlinitá) H - hlinitá (bohatá, uléhavá) D - sváž.deluvia hlinitá sesuvná F - svahová (rokle) C - citlivá (vysýchavá) I - illimerizovaná (uléhavá) M - Myrtillus (velmi chudé podloží) X - xerothermní (vápence, bohaté podklady)	G - gleje Q - oglejený O - oglejená U - úžlabiny W - bázická S - svěží K - kyselá N - kamenitá Z - zakrslá R - rašeliny B - bohatá Y - skelet L - luhy J - javořiny (sutě)
B	14	M,K,S,B,X,Z,N,C,F,A,J,Y	**15,9 %**		
C	15	M,K,S,B,X,Z,N,C,F,A	7,3 %		
D	21,22,23	T,G,R,L,U,V,O,P,Q	5,7 %		
	24	J,Y	0,1 %		
	25	J,Y	0,1 %		
E	31,32,33	X,Z,N,C,F,A	1,1 %		
	34	X,Z,N,C,F,A	0,9 %		
	35	X,Z,N,C,F,A	1,5 %		

Tab. 4.19. Vztah mezi terénními typy a edafickými kategoriemi

V podmínkách ČR lze obsáhnout **83,3 %** výměry **lesní půdy traktorovými technologiemi** (univerzálními kolovými traktory 67,4 %). Praktická využitelnost traktorových technologií je ale ještě vyšší, protože některé zamokřené porosty a porosty na sutích jsou z lesnických opatření vyloučeny, a části nepřístupných porostů lze obsáhnout lanem navijáku.

Traktorové terény	sklon do 20 %	terén únosný
		terén neúnosný
		terén s překážkami
	sklon 21-40 %	terén únosný
		terén neúnosný
		terén s překážkami
Lanovkové terény	sklon 41-50 %	terén bez překážek **možné použití SLKT**
	sklon nad 50 %	

Tab. 4.20. Terénní klasifikace užívaná na Slovensku (zjednodušená)

Mimo terénní klasifikace LESPROJEKTU je v ČR používána ještě terénní klasifikace Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů Vojenských lesů a statků, rozeznávající jedenáct terénních typů ve dvou technologických skupinách - v terénech traktorových (9 technologických typů), a lanovkových (2 technologické typy). Na Slovensku je používána odlišná terénní klasifikace, na kterou navazuje technologická typizace, která je tak striktní, že má spíše charakter normalizace. Výraznou odlišností slovenské terénní klasifikace od klasifikace Lespojektu, je přesah použitelnosti SLKT do 50 % sklonu terénu, tj. podle české uzance do lanovkových terénů. Tato odlišnost vyplývá z obecně obtížnějších terénních podmínek Slovenska.

Nedostatkem nynějších terénních klasifikací je, že vycházejí z technických možností stroje při průjezdu terénem, aniž by braly v úvahu, jaké škody na lesním prostředí při tom mohou nastat. Proto navrhli

autoři **Macků - Popelka - Simanov** terénní klasifikaci a technologickou typizaci zahrnující nejen technickou stránku problematiky, ale beroucí v úvahu biologické a ekonomické souvislosti, která byla ověřena na Školním lesním podniku Mendelovy univerzity v Brně, a doporučena k užívání v ÚHÚL Brandýs n. L., nejen jako základ technologické mapy, ale i podklad pro ekonomický průzkum prováděný v rámci LHP. Hodnotící kritéria byla rozšířena, čímž se zvýšil počet terénních typů, ale s terénní klasifikací bude tvůrčím způsobem pracovat jen omezený okruh specialistů, a uživatelé budou rutinně využívat data, převedená do geografických informačních systémů. **Sklonové kategorie** jsou charakterizovány takto: do 10 % pohyb kolové techniky je možný všemi směry; 11-20 % je hranicí sklonu pro bezpečné použití standardních UKT při pohybu po spádnici; 21-33 % je hranicí sklonu pro bezpečné použití standardních SLKT a UKT v provedení HORAL, při pohybu po spádnici; nad 34 % umožňuje sklon terénu jen použití LDZ; nad 51 % neumožňuje sklon terénu technologické připojení okolních porostů pozemním vlečením dříví ke komunikaci, ty plní jen funkci dopravní spojnice; a nad 71 % sklonu prudce vzrůstá rizikovost, pracnost a nákladovost všech prací. **Únosnost podloží** je schopnost půdy odolávat účinkům vnějších sil, způsobujících v ní dočasné či trvalé deformace. Za hranici únosnosti byl zvolen statický měrný tlak ve stopě LKT 80, charakterizovaný jako podílová hodnota zatížení jednoho kola na rovině a obalové kontaktní plochy otisku pneumatiky na tvrdé podložce. Neúnosné terény nebyly členěny podle nerovností, protože se jedná o terény a priori neprůjezdné pro kolovou techniku z důvodu nízké únosnosti půdy, a jejich členění podle výšek nerovností terénu není funkční. Obdobně nebyly členěny terény s překážkami, protože jejich neprůjezdnost pro kolovou techniku je dána a priory překážkami, a další podrobnější členění je rovněž nefunkční. Nově byl zahrnut **kritický sklon svahu**, signalizující riziko poškození půdy těžebně-dopravní erozí (terénní typy označené v číselném kódu devítkou na posledním místě). V kombinaci s půdním typem a nasyceností půdních horizontů vodou se jedná o sklon terénu, při kterém je použití kolové techniky nepřiměřeně riskantní z hlediska těžebně-dopravní eroze, a to i když není vyčerpána svahová dostupnost prostředku, který příslušné sklonové kategorii vyhovuje. Takto pojatá terénní klasifikace je prostředkem k objektivnější diferenciaci území pro uplatňování ekologicky únosných výrobních technologií; k posuzování ekonomické náročnosti hospodářských opatření; a k objektivnějšímu navrhování funkční lesní dopravní sítě v horských podmínkách.

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="4">Sklon svahu</th><th colspan="4">Podloží</th><th rowspan="4">Překážky</th></tr>
<tr><th colspan="3">únosné</th><th rowspan="3">neúnosné</th></tr>
<tr><th colspan="2">trvale</th><th>podmíněně</th></tr>
<tr><th colspan="3">nerovnosti terénu</th></tr>
<tr><th></th><th></th><th>#</th><th>■</th><th>#</th><th></th><th></th></tr>
<tr><td>≤10%</td><td>Mírný</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>15</td><td>16</td></tr>
<tr><td rowspan="2">11-20%</td><td rowspan="2">Střední</td><td rowspan="2">21</td><td rowspan="2">22</td><td>23</td><td>25</td><td rowspan="2">26</td></tr>
<tr><td colspan="3">29</td></tr>
<tr><td rowspan="2">21-33%</td><td rowspan="2">Strmý</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>35</td><td>36</td></tr>
<tr><td colspan="5">39</td></tr>
<tr><td rowspan="2">34-50%</td><td rowspan="2">Velmi strmý</td><td>41</td><td>42</td><td>43</td><td>45</td><td>46</td></tr>
<tr><td colspan="5">49</td></tr>
<tr><td>51-70%</td><td>Příkrý</td><td colspan="5">59</td></tr>
<tr><td>≥71%</td><td>Srázný</td><td colspan="5">69</td></tr>
</table>

Tab. 4.21. Terénní klasifikace Macků-Popelka-Simanov (1992)

Spektrum kombinací sklonu svahu, únosnosti terénu a překážek je omezeno na kombinace existující v ČR, ale klasifikace je otevřeným systémem schopným vytváření dalších terénních typů (např. typů 14, 24, 34, 44, odštěpením od současných typů 13 až 43); pokud se vyskytnou, nebo bude-li to účelné. Z terénní klasifikace vychází modelová technologická typizace, která je do určité míry nehomogenní tím, že slučuje doporučené prostředky s kategorií erozního ohrožení. Tato zdánlivá nelogičnost stavby vyplývá z toho, že za určitých okolností (zámrz, extrémní sucho) lze i v terénech s erozním ohrožením použít kolovou techniku a použití lanových dopravních zařízení nebo vzdušného transportu dříví vyloučit. Použití koní je uvažováno pro svazkování dříví pro přibližování jiným prostředkem, jako modelové je uvažováno jen v úzkém technologickém rozpětí, a v ostatních případech jako ekonomicky podmíněné variantní řešení.

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="4">Sklon svahu</th><th colspan="3">Podloží</th><th rowspan="4">Překážky</th></tr>
<tr><th colspan="3">únosné</th><th rowspan="3">neúnosné</th></tr>
<tr><th colspan="2">trvale</th><th>podmíněně</th></tr>
<tr><th colspan="3">nerovnosti terénu</th></tr>
<tr><th colspan="2"></th><th>#</th><th>■</th><th>#</th><th></th><th></th></tr>
<tr><td>≤10%</td><td>Mírný</td><td>11</td><td>12</td><td>13 F₂</td><td>15</td><td>16</td></tr>
<tr><td rowspan="2">11-20%</td><td rowspan="2">Střední</td><td rowspan="2">21
U</td><td rowspan="2">22
S</td><td>23</td><td>25</td><td rowspan="2">26
L₁</td></tr>
<tr><td colspan="2">29 E₁</td></tr>
<tr><td rowspan="2">21-33%</td><td rowspan="2">Strmý</td><td>31 F₁</td><td>32</td><td>33 F₃</td><td>35</td><td>36</td></tr>
<tr><td colspan="5">39 E₂</td></tr>
<tr><td rowspan="2">34-50%</td><td rowspan="2">Velmi strmý</td><td>41</td><td>42 K</td><td>43</td><td>45</td><td>L₂ 46</td></tr>
<tr><td colspan="5">49</td></tr>
<tr><td>51-70%</td><td>Příkrý</td><td colspan="5">59 E₃</td></tr>
<tr><td>≥71%</td><td>Srázný</td><td colspan="5">69</td></tr>
</table>

U - UKT se standardním vybavením (měrný tlak ve stopě 160 kPa)
S - LKT se standardním vybavením (měrný tlak ve stopě 200 kPa
K - kůň (měrný tlak ve stopě 140 kPa)
L - lanová dopravní zařízení
F - UKT Horal s lesnickou kompletací (měrný tlak ve stopě 100 kPa)
LKT s nízkotlakými (flotačními) pneumatikami (měrný tlak ve stopě 70 kPa)
E_1, E_2, E_3 - erozní ohrožení
přípustné prostředky F, K, L,+ vzdušný transport dříví a jejich kombinace

Tab. 4.22. Modelová technologická typizace Macků-Popelka-Simanov (1992)

Únosné podloží odolává statickému měrnému tlaku ve stopě ≥200 kPa (hloubka koleje do 5 cm po jednom pojezdu SLKT LKT 80 Standard), a to při obvyklých změnách vlhkosti půdy. **Neúnosné podloží** odolává měrnému tlaku ve stopě ≤50 kPa (hloubka koleje ≥20 cm po jednom pojezdu traktoru LKT 80 Standard). **Únosnost podmíněná** je charakterizována proměnlivou únosností půdy v rozmezí 50 až ≥200 kPa v závislosti na změnách podmínek které ji ovlivňují (zejména vlhkosti). **Překážkami** jsou nerovnosti terénu ≥0,5 m, užší než trojnásobek jejich hloubky, při jejich vzájemném rozestupu ≤5 m, které znemožňují průjezd kolové techniky.

Nerovnosti terénu nemající charakter překážek neznemožňují průjezd kolové techniky absolutně, ale podle technických parametrů strojů diferencovaně. Vzhledem k technickým možnostem univerzálních traktorů byly v terénní klasifikaci **vylišeny dvě skupiny nerovností terénu:**

- ■ ≤0,5 m, s rozestupem ≤5 m
  (terén sjízdný pro speciální lesní kolový traktor)
- # ≤0,3 m, s rozestupem ≤5 m
  (terén sjízdný pro universální kolový traktor s lesnickou výbavou - UKT Profesional).

Poznámka: UKT Profesional je UKT s profesionální kompletací pro soustřeďování dříví (naviják, rampovač, ochranná vana), která z něj vytváří speciální lesní stroj. S parametry pro farmářské kompletace se v terénní klasifikaci neuvažuje, protože se jedná o zemědělské traktory vybavené jen navijáky, ale bez ochrany strojového spodku, a jejich pohyb je možný jen po linkách a nikoliv terénem. Technologické typy F, E, L, vyskytující se ve více sklonových kategoriích, jsou indexovány pro okulární zvýraznění významu sklonu terénu v písemném vyjádření technologických typů, v technologických mapách se používá barevné odlišení, a pro kapacitní a ekonomické kalkulace je lépe pracovat s terénními typy.

4.6. Technologické odlišnosti druhů těžeb

Mýtní těžby bývají laiky chápány jako plošná likvidace lesních porostů, či jako exploatační těžby. V rukou lesního hospodáře jsou mýtní (obnovní) těžby východiskem obnovy porostů, a proto je nelze při plánování a řízení těžební činnosti posuzovat jen z hlediska kvantitativní a kvalitativní výtěže dříví; a z ekonomického hlediska redukovaného na přímé náklady. Připustit takový pohled znamená degradovat lesnictví na pouhou výrobu dříví. Mýtní těžby lze s výjimkou výběrného lesa charakterizovat jako těžby bez nároku na selektivnost zásahu, kterými vzniká různě velká holina, umožňující s výjimkou ploch s přirozeným zmlazením pohyb těžebních prostředků po těžební = manipulační ploše. Těženy jsou stromy

relativně vysokých hmotnatostí a tlouštěk, s vyšší technologickou kvalitou dříví, což významně ovlivňuje zpeněžení dřeva, a proto více záleží na pečlivosti druhování. Ve srovnání s předmýtními těžbami vykazují mýtní těžby nižší technologickou náročnost, nákladovost a vyšší tržby za dříví. To spolu s vyšší koncentrací dříví k těžbě na jednotku plochy vytváří předpoklad nižší pracnosti těžby a soustřeďování dříví a vyšší ekonomické efektivnosti. To může přispívat k časovému překračování těžeb mýtních na úkor těžeb předmýtních. V mýtních těžbách jsou použitelné všechny těžební metody - sortimentní, kmenová, stromová, i technologie se štěpkováním. **Metoda sortimentní** nevytváří nejlepší podmínky pro druhování, proto se aplikuje, když je to z jiných důvodů výhodné, či jedině možné. Jsou to motomanuální těžby ve výběrném lese, mající charakter selektivního zásahu, a vyšší pracnost soustřeďování většího počtu kratších výřezů může být odůvodněna vyšší šetrností ke stojícímu porostu. Z hlediska počtu jízd ale může být vhodnější soustřeďovat (krácené) surové kmeny. Motomanuální těžby v listnatých porostech s vysokou hmotnatostí těžených stromů, nebo se stromy netvárnými, kdy není možné pro velkou hmotnatost stromů (tažná síla prostředku pro soustřeďování dříví nestačí na vyklizování a přibližování kmene v celé délce), nebo jejich křivost, použít kmenovou metodu. Kombinovat lze metodu kmenovou se sortimentní tak, že se na OM přiblíží surový kmen, a na P se vyrobí rovnané dříví z větví. Výroba i soustřeďování dříví z větví mohou být časově odděleny od zpracování kmenů, neboť bývají realizovány jinými prostředky. To je výhodné u subjektů s velkými objemy listnatých těžeb, kterým to umožňuje realizovat těžbu kulatinových sortimentů v zimním období, a ke zpracování rovnaného dříví se vrátit později. Těžby s použitím procesoru v pasece jsou používány v extenzivních těžbách, kdy po pokácení stromů kácecím strojem následuje odvětvení a druhování pokácených stromů procesorem pojíždějícím po pasece. Harvestorové těžby se realizují jen sortimentní metodou, protože odvětvený kmen opouštějící v celé délce harvestorovou jednotku by se lámal, nebo ohýbal natolik, že by dřel čelem o zem, a vzniklý odpor by znemožnil další podávání stromu k odvětvování. Těžby v lesích drobných vlastníků se realizují sortimentní metodou především proto, že malí vlastníci lesa mívají k dispozici soustřeďovací prostředky s nižší tažnou silou, k tomu přistupuje technologická nenáročnost sortimentní metody, a možnost volit pořadí soustřeďování vyrobených sortimentů podle okamžitých požadavků odběratelů, bez hromadění dříví na skládkách. **Metoda kmenová** je v ČR stále ještě nejrozšířenější těžební metodou s velkým počtem technologických variant. Soustřeďování koněm je použitelné v nízkých hmotnatostech při soustřeďování na rovině a po svahu na krátké vzdálenosti. Podíl soustřeďování dříví UKT s navijákem narůstá z důvodu vysokých cen SLKT, užívání UKT s farmářskou výbavou, a zařazování UKT s lepšími parametry do provozu. Podíl soustřeďování dříví SLKT s navijákem klesá ze stejných důvodů, a k tomu ještě přistupuje pokles hmotnatostí těžených stromů a zkracování přibližovacích vzdáleností. Soustřeďování dříví lanovými dopravními zařízeními se používá v obtížně přístupných terénech, ve kterých je odvětvování JMP v porostu obtížné a rizikové, a proto je žádoucí tuto variantu omezovat ve prospěch metody stromové. **Metoda stromová** vyžaduje o 25-30 % vyšší tažnou sílu než kmenová, a stejnou mírou se zvyšuje spotřeba pohonných hmot i spotřeba času na soustřeďování dříví. Výhodou je vyklizení klestu z těžební plochy současně s těžbou (významné u porostů s přirozeným zmlazením) a nahrazení motomanuálního odvětvování JMP jako nejpracnější a nejrizikovější operace odvětvováním strojním. Potenciální výhodou je soustředění klestu pro další využití. Je-li po těžbě kmenovou metodou realizováno shrnování klestu traktorovými shrnovači, je energeticky náročnější než stromová metoda, a navíc přistupuje další pojezd techniky terénem, což není z ekologického a produkčního hlediska žádoucí. Pádem stromu se odlomí cca 20 % větví a při soustřeďování celého stromu se větve dále postupně olamují. Celková ztráta objemu větví dosahuje až 50 %, což je důležité pro kalkulace využitelnosti dendromasy, a při soustřeďování stromů po svahu, kdy je balíkem stromů traktor brzděn, ale stromy se v průběhu soustřeďování přibližují charakterem vlečného odporu surovým kmenům! České lesní hospodářství prošlo významnou epochou stromové metody založené na tuzemských protahovacích odvětvovacích strojích (OVP, APOS) a importovaných procesorech pro OM (Steyr KP-40, Limbac). Zatímco jsou ve světě technologie s procesory i protahovacími odvětvovacími stroji nadále užívány, v ČR jsou v současnosti využívány minimálně, a z ekonomických a organizačních důvodů lze očekávat další přesun k sortimentní metodě v harvestorových technologiích. Perspektivní je stromová metoda v lanovkových terénech, kdy se, pokud je hmotnatost těžených stromů tak vysoká, že nosnost lanového dopravního zařízení neumožní dopravu celých stromů, odřízne na lokalitě P spodní, relativně nezavětvená část stromu jako hotová kulatina - případně se v porostu doodvětví, a vršek stromu se přiblíží s větvemi. **Technologie se štěpkováním** celých stromů přichází v úvahu při rekonstrukcích netvárných, hnilobou napadených a

jinak poškozených porostů, ve kterých je podíl užitkového dříví tak nízký, že je vhodné veškeré vytěžené dříví seštěpkovat (spáleniště, zemědělské rekultivace). Největší objem štěpkování celých stromů byl realizován v tehdejší ČSFR při odlesňování pro vodní dílo Gabčíkovo, kdy byla významným faktorem i rychlost zpracování. Častější je štěpkování klestu soustředěného na jedno místo po strojním odvětvování, a vhodné jsou technologie se štěpkováním korunové části listnáčů, kdy je po odříznutí kulatiny celá korunová část seštěpkována.

Charakteristické znaky mýtních těžeb

- relativně vysoká hmotnatost těžených stromů
- vyšší technologická kvalita dříví těžených stromů
- stromy určené k těžbě jsou na těžební ploše koncentrované
- vyšší koncentrace dříví k těžbě na jednotku plochy
- požadavek na selektivnost těžby není obvyklý
- těžbou obvykle vzniká holina
- pohyb prostředků pro soustřeďování dříví je obvykle možný po celé těžební ploše.

Výslednicí těchto znaků je

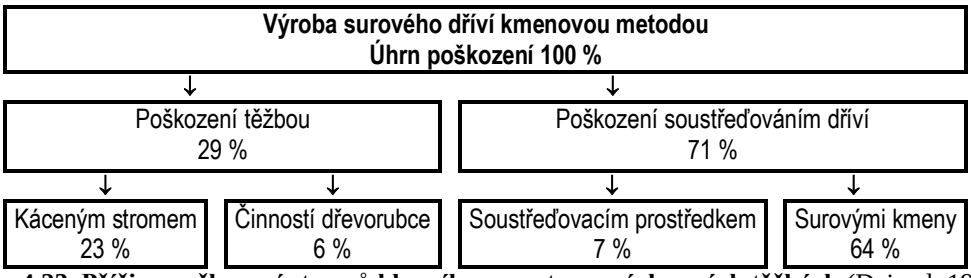
- zpravidla menší technologická náročnost
- nižší pracnost na výrobu a dodání 1 m^3 dříví
- nižší ekonomická nákladnost
- vyšší zpeněžení dříví
- časový požadavek na provedení těžby není obvykle dán striktně.

Předmýtní těžby sledují kromě zvýšení výtěže užitkového dříví z jednotky plochy a jejího časového rozložení, usměrnění druhové skladby a prostorové výstavby porostů a zvýšení odolnosti proti větru a sněhu. V roce 1931 Konšel ve Stručném nástinu tvorby a pěstění lesů v biologickém ponětí uvedl, že výkon probírky je výkonem těžebním, ale její účel je především pěstební, a proto i její výkon musí být zaměřen čistě pěstebně. Výchovnými zásahy v předmýtních porostech se v určitých časových intervalech odstraňují metodou selektivní těžby (méně často metodou schematického či kombinovaného zásahu) stromy hospodářsky nevyhovující a ponechávají se stromy hospodářsky cenné, odpovídající pěstebnímu cíli, a šetří se stromy nesnižující hospodářskou hodnotu nadějných stromů a mající funkci výchovnou, krycí, meliorační, a sloužící jako záloha. Výchovné těžby můžeme označit za selektivní těžby, kterými se porosty zřeďují odstraňováním stromů určitých kategorií. V ČR činí výchovné těžby 25-35 % z celkové produkce dříví, a dříví z nich má charakter tenkých až středně tlustých sortimentů při průměrné hmotnatosti těžených stromů do 0,20 m^3. Vzhledem k nízkým hmotnatostem stromů a selektivnosti zásahů jsou výchovné těžby technologicky náročnější, pracnější a nákladnější než těžby mýtní, což při nižším zpeněžení vytěženého dříví může vést k opožďování probírek a v konečném důsledku (při promeškání doby vhodné pro úpravu štíhlostního kvocientu) ke snížení odolnosti předmýtních porostů a zvýšení podílu nahodilých těžeb.

Bezeškodné technologie těžby a soustřeďování dříví neexistují, což při více výchovných zásazích za obmýtí přináší kumulaci škod působených těžební činností, které se ekonomicky projeví až v mýtních těžbách snížením podílu užitkových sortimentů na úkor dříví napadeného hnilobou. Ztráty působené dřevokaznými houbami se odhadují na 6-12 % objemu vytěženého dříví, a ztráty snížením přírůstu následkem hniloby kořenů a kmene na více než 10 %. Ekologické škody se zatím nevyčíslují. Kategorickým požadavkem lesního hospodáře je, nalézt takovou technologii těžby a soustřeďování dříví, která by měla vysokou produktivitu práce, nízké přímé náklady na výrobu, a dostatečnou šetrnost k lesnímu prostředí! V předmýtních těžbách jsou použitelné všechny těžební metody - sortimentní, kmenová, stromová, i technologie se štěpkováním, ale jejich použitelnost je ve vazbě na věk porostu variabilní. Podíl poškozených stojících stromů v porostu po ukončení těžby a soustřeďování dříví závisí především na délce porostem dopravovaného dříví, a v daleko menší míře na použitém přibližovacím prostředku (MENG, 1978). Průměrně připadá na vrub transportovaného dříví 64 % poškození stromů v porostu, zatímco na přibližovací prostředek jen 7 % (DEJMAL, 1988). Při stromové a kmenové metodě (dopravě dříví v celých délkách) dosahuje podíl poškozených stromů v porostu až 25 %, zatímco při metodě sortimentní (dopravují-li se porostem jen krátké výřezy standardních délek - obvykle délky 2-4 m), lze podíl poškozených stojících stromů snížit pod 5 % (MENG, 1978). V období převládajícího animálního soustřeďování dříví přispívalo krácení kmenů před přibližováním dříví koňmi, dané nutností snížit

hmotnost přibližovaných výřezů na přijatelnou mez, ke snížení škod na porostech. Současně to ale znamená, že náhrada traktoru ve stromové či kmenové metodě koněm, nemůže přinést snížení škod na porostu, protože rozhodující příčina poškození porostů spočívá v délce vyklizovaného dříví a nikoliv v použitém prostředku. Snížení škod na stojících stromech může přinést jen změna těžební metody, a nikoliv změna přibližovacího prostředku! Omyl, že tomu tak může být, je však bohužel široce tradován!

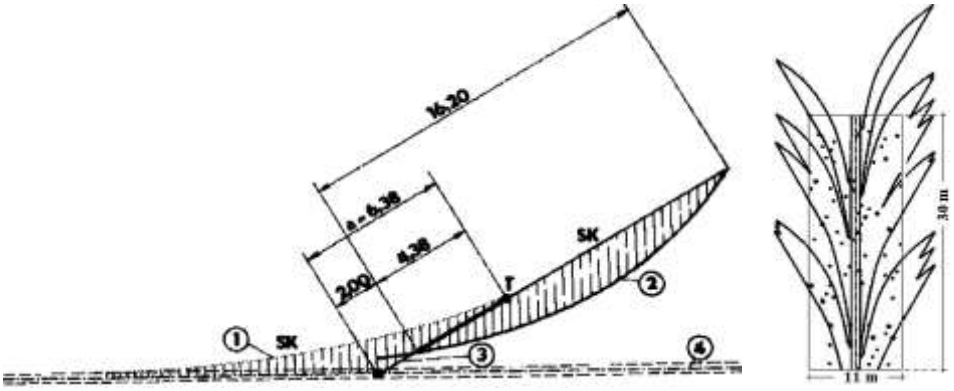
Podle některých autorů je pořadí stromové a kmenové metody opačné, což odpovídá zkušenosti, že při nárazu vyklizovaného stromu do kmene stojícího stromu větvemi koruny, nedojde tak často ke sloupnutí kůry, jako při nárazu surového kmene. Při vyklizování surového kmene vlečením po zemi v úvazku, opisuje kmen křivku **traktrix** (Obr. 4.11.). Vloží-li se křivky traktrix pro jednotlivé kmeny do porostu vyznačeného k těžbě, pak v jejich obalových plochách leží 2/3 stromů hlavního porostu, což znamená, že 2/3 stromů, které mají v porostu zůstat po provedení výchovného zásahu, leží v ohroženém prostoru. Že ve skutečnosti není tak vysoký podíl stromů poškozen, je výslednicí odvalování surových kmenů při jejich vlečení, že ne každá kolize vyklizovaného kmene se stojícím stromem má za následek poškození strojícího stromu, i toho, že některé stromy jsou poškozeny vícekrát. Na podíl poškozených stromů v porostu má vliv nejen délka dříví transportovaného porostem, ale i technika práce; přesnost směrového kácení; případné přetáčení kmenů do směru přibližování; práce s lanem při vyklizování dříví z porostu navijákem traktoru; ochrana stromů před poškozením odrazníky; a volba vhodného úhlu vyklizování k lince (směr kácení stromů v kap. 3.).



Tab. 4.23. Příčiny poškození stromů hlavního porostu ve výchovných těžbách (Dejmal, 1988)

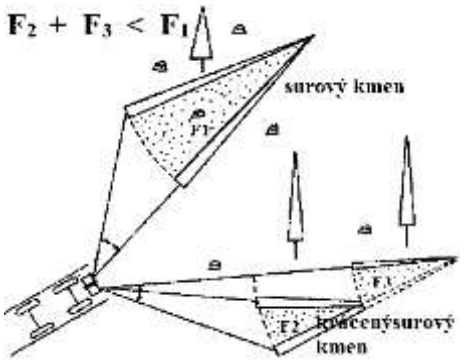
Metoda	Poškozených stromů
Stromová	25 %
Kmenová	22-23 %
Sortimentní	do 5 %

Tab. 4.24. Podíl poškozování stromů hlavního porostu v závislosti na těžební metodě



smrkový porost 60 let; průměrná délka kmene 16,2 m; terénní typ 11; zakmenění 1;
kácení k lince pod úhlem 30°; délka úvazku 2 m
1 dráha těžiště, 2 dráha špičky kmene, 3 úvazek, 4 osa linky, T těžiště kmene

Obr. 4.21. Křivka traktrix, a obalové plochy křivek traktrix ve vyznačeném porostu



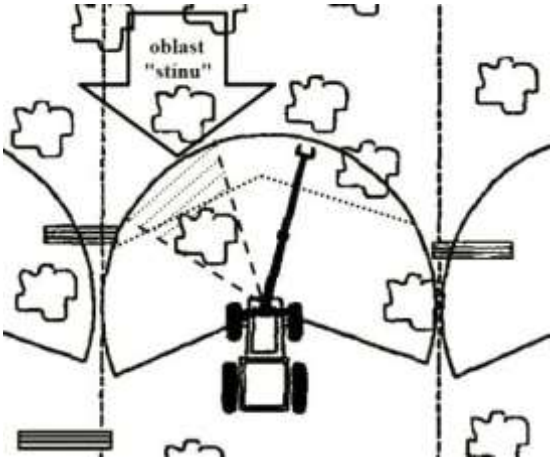
Obr. 4.22. Vliv zkrácení surového kmene na velikost plochy dotčené vyklizováním dříví

Z porovnání dotčených ploch při vyklizování surového kmene a kráceného surového kmene je zjevné, že součet dotčených ploch při vyklizování krácených surových kmenů je menší, než plocha dotčená vyklizováním surového kmene v celé délce, ale protože s počtem vyklizovaných kusů roste výrazně pracnost, je nutné zvažovat, kdy je vyšší šetrnost k těžební ploše skutečně nezbytná (v hustém přirozeném zmlazení může být nadbytečná). V ČR dosud převládá i v nejmladších porostech metoda kmenová. Naše lesnictví nezachytilo přechod na sortimentní metodu, která se ve Skandinávii prosadila v 60. letech. K nám se motomanuální **sortimentní metoda** s výrobou výřezů standardních délek vynášených ručně k linkám, vyvážených sortimentní vyvážecí soupravou nebo vyvážecím traktorem dostala počátkem 70. let, ale pro namáhavost ručního snášení výřezů a technologickou setrvačnost kmenové metody se neprosadila, přestože přinesla 6-10krát vyšší produktivitu práce oproti kmenové metodě. V zahraničí byl handicap metody, spočívající ve fyzické namáhavosti znám také, ale na rozdíl od nás, nevyvolal ústup od ní, ale hledání cest, jak namáhavost snížit při zachování výhod výroby a soustřeďování krátkých výřezů. Snaha vedla přes použití mobilních navíjedel k vyklizování stromů na linku a jejich zpracování na lince ručně, a posléze procesory, až po nástup harvestorů.

Mezitím u nás sortimentní metoda ve výchovných těžbách prakticky zanikla, a pokusy o zavedení procesorových a harvestorových technologií výchovných těžeb v 80. letech na bázi jednotlivých dovozů a produkci domácích strojů, nebyly úspěšné, protože se ocitly v technologickém vakuu. Chyběly prostředky pro vyklizování celých stromů pro procesory, sortimentní vyvážecí soupravy, vyvážecí traktory, odvozní soupravy na krátké výřezy, a především chybělo rutinní provozní zvládnutí technologií, tedy to, čemu se dnes říká know-how. Nejdříve byly v ČR použity ve výchovných těžbách jednoduché procesory (Stripper) a poté kompaktní harvestory (MAKERI 33T) v metodě sortimentní i kmenové. Větší rozšíření zaznamenala absurdně metoda kmenová, protože kompaktní harvestor byl schopen vynést pokácený strom na linku, tam jej odvětvit a surový kmen nasvazkovat téměř rovnoběžně s linkou, což znamenalo nejmenší zásah do tehdejších technologických zvyklostí - přibližování surových kmenů traktory a manipulace dříví na skladech dříví zůstaly zachovány, a mimo nákup harvestoru nevznikl další požadavek na investice.

V současné době se používají výložníkové jednofázové harvestory. Výběr porostů k těžbě musí mimo terénních podmínek respektovat výchovný model (pro porosty neohrožené, středně ohrožené či silně ohrožené) a rozměry konkrétního harvestoru tak, že se z výchovného modelu odvodí počet stromů, které po těžebním zásahu zůstanou na 1 ha porostní plochy, a zda jejich rozestup umožní průjezd harvestoru porostem, či jak zasáhne šířka linky do produkční plochy porostu. Tak se stanoví nejnižší věk porostu, do kterého lze konkrétní harvestor nasadit. Horní hranice věku je dána dimenzemi těžených stromů, resp. rozhodnutím, do jaké tloušťky se bude těžené dříví zpracovávat na krátké výřezy, tedy obchodními hledisky při prodeji vytěženého dříví. Výchovný model je též vodítkem pro stanovení intenzity zásahu. Linky pro harvestor, vyvážecí soupravu i vyvážecí traktor by měly být vedeny tak, aby pokud možno vyloučily nutnost do linky couvat. Významná je i vlastní technika práce, při které by operátor harvestoru měl dbát na to, aby každý strom odvětvoval nad linkou vedoucí porostem, a to před strojem ve směru jeho jízdy. Výsledkem je, že se harvestor i vyvážecí souprava nebo vyvážecí traktor pohybují porostem jen po koberci z klestu, který účinně rozkládá tlak strojů na půdu, a chrání půdu před mechanickým narušením. Pro provedení vlastního těžebního zásahu existuje více způsobů rozčlenění porostů na pracovní pole a více pracovních postupů. Přílišná úzkostlivost při stanovení **šířky linky** je ve svých

důsledcích škodlivá. Je-li linka příliš úzká, dochází k odření okrajových stromů linky, jejich následnému napadení hnilobou a ztrátě odolnosti stromů proti zlomení sněhem a větrem. Ještě více je poškozen kořenový systém od náběhů elipsovitých kořenů až po jemný nasávací kruhový systém v hloubce 15 – 30cm. Specifickým problémem harvestorových těžeb v předmýtních těžbách je vyznačení těžebního zásahu. Rozčlenění porostů vypáskováním os budoucích linek potíže nečiní, ale vyznačení těžebního zásahu negativním výběrem se nejeví jako nejvhodnější. Střet relativně nové technologie s konzervativním přístupem k pěstování lesů přináší problém, jehož podstatu lze formulovat takto: způsob pohybu harvestoru a kinematika jeho ramene neumožňuje operátorovi stroje bezvýhradně respektovat klasické vyznačení těžebního zásahu v tom smyslu, že by bezezbytku odstranil všechny stromy vyznačené k těžbě, a současně se nedotkl stromů k těžbě nevyznačených. Snaha operátora, vytěžit všechny vyznačené stromy, tak může vést ke zbytečnému poškození nadějných stromů.



Za nadějnými stromy vzniká oblast „stínu“, ve které je při snaze vytěžit vyznačené podúrovňové stromy riziko poškození právě těchto nadějných stromů.

Obr. 4.23. Riziko poškození nadějných stromů při důsledné těžbě všech vyznačených stromů

Způsob práce operátora by spíše vyžadoval rozdělení stromů porostu do skupin

a) stromy, které nesmí být vytěženy ani poškozeny
b) stromy, které mohou a nemusí být vytěženy
c) stromy, které by měly být vytěženy.

Takovému schématu by vyhovoval následující postup

1. Odborný personál vyznačí v porostu cílové stromy (např. metodou ing. Štefančíka) tvořící kostru porostu, které budou pro operátora nedotknutelné
2. Odborný personál stanoví podle zvoleného výchovného modelu přibližný rozestup stromů vzhledem k věku porostu, či jeho výšce
3. Kvalifikovaný operátor pak vybere stromy k těžbě tak, aby nepoškodil cílové stromy, a ponechal přitom v požadovaném rozestupu stromy 1. a 2. (a, b) třídy podle Konšela.
   Klasifikace stromů dle Konšela
   1. třída: stromy předrůstavé
   2. třída: stromy úrovňové a) hlavní s dokonalou korunou, b) vedlejší se stísněnou korunou
   3. třída: stromy ustupující
   4. třída: stromy zastíněné životaschopné
   5. třída: stromy odumírající a odumřelé
4. Podle rozhodnutí odborného personálu bude operátor těžit stromy tříd 3, 4, 5.

Zvyšování podílu harvestorových těžeb si možná vyžádá pozitivní výběr v jehličnatých porostech, a to vyznačováním kostry budoucího porostu, což by umožnilo snížit spotřebu času na vyznačování porostů, ale ponechání výběru stromů k těžbě na operátorovi harvestoru znamená vyšší nároky na jeho kvalifikaci. Pro noční práci je ale nutné porost vyznačit klasicky, protože operátor ve tmě nevidí do korun stromů. Harvestorové technologie vyhovují požadavku na šetrnost k přírodnímu prostředí, ale za podmínek, kterých není málo, a jejichž plnění klade na řízení výroby poměrně vysoké požadavky. Příčinou odmítání technologií, které by měly být rozšiřovány, bývá právě selhání lidského faktoru. Příkladem je nasazení mýtních harvestorů do výchovných těžeb, kdy poškození porostu může přesáhnout očekávání lesního hospodáře, a vyvolat odpor k harvestorové technologii. V provozní praxi k tomu dochází proto,

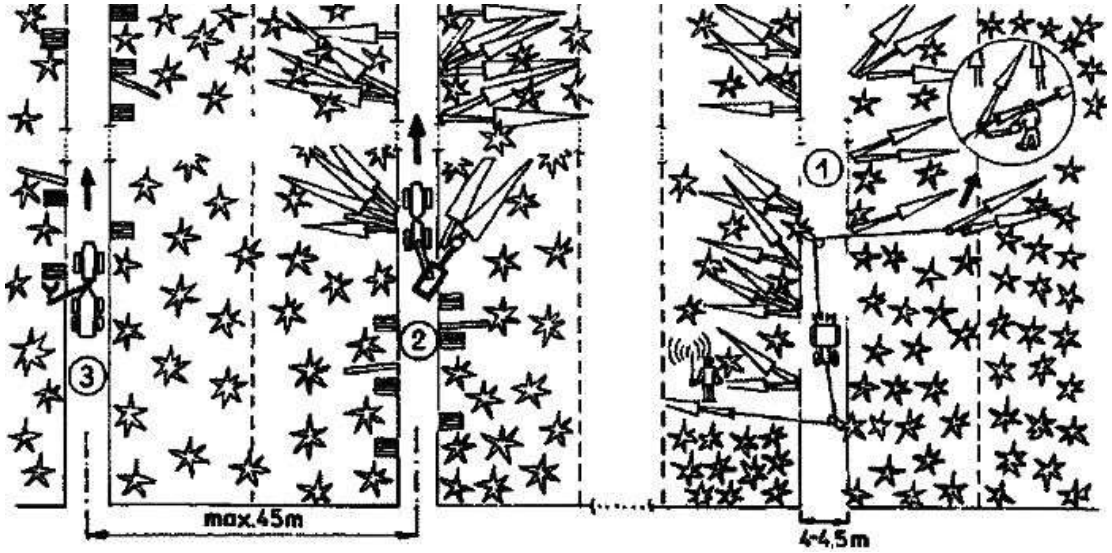
že taxační údaje v LHP obsahují jen průměrnou tloušťku v $d_{1,3}$; ale nikoliv průměrnou tloušťku na pařezu. Aby nebylo nutné dokacovat přesílené stromy motomanuálně, nasadí řídící pracovník raději harvestory mýtní – s větší tloušťkou na úřezu, tedy nevhodného typorozměru do výchovných těžeb. Přitom vztah mezi tloušťkou stromu ve výčetní výšce a tloušťkou na pařezu je znám, a existují i pomůcky, ze kterých lze při známé tloušťce v $d_{1,3}$ odvodit očekávatelnou tloušťku pařezů, která je vzhledem k rozměrům harvestorových a kácecích hlavic limitujícím faktorem mechanizovaných těžeb.

	Výčetní tloušťka v cm			
	18 - 26	30 - 38	42 - 50	54 - 70
Dřevina	Koeficient pro výpočet tloušťky na pařezu			
Smrk	1,3 – 1,6	1,2 – 1,6	1,2 – 1,5	1,1 – 1,4
Borovice	1,2 – 1,4	1,2 – 1,4	1,1 – 1,3	1,1 – 1,2

Tab. 4.25. Vztah mezi tloušťkou ve výčetní výšce a na pařezu (podle Popelky, 1983)

Příklad: Je-li v LHP udána průměrná tloušťka v $d_{1,3}$ pro smrk 22 cm, potom lze předpokládat, že tloušťky na pařezu budou v rozpětí 28,6 až 35,2 cm, a podle toho volit velikost harvestorové hlavice. A v případě, že po nelegální těžbě existují na těžební ploše jen pařezy, je možné pro vypočítání pravděpodobné tloušťky v $d_{1,3}$ použít postup opačný.

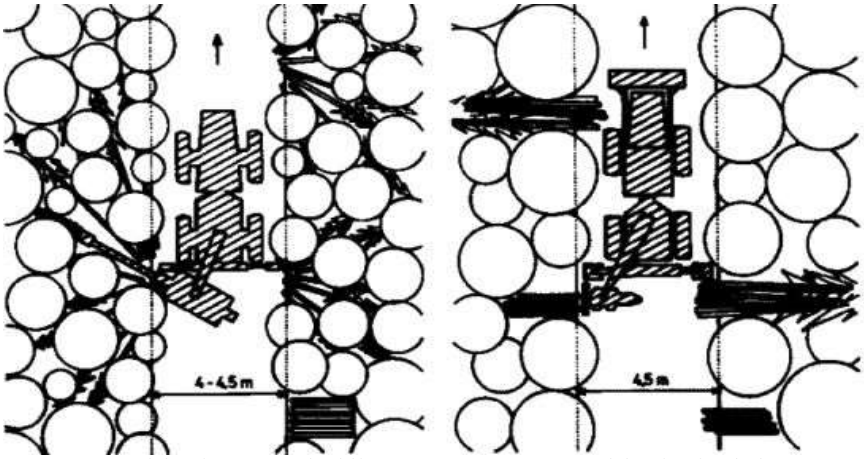
Jinou příčinou rozčarování z harvestorové metody bývá skutečnost, že řídicí pracovník přecení terénní schopnosti vyvážeče (vyvážecí soupravy), a po provedení těžebního zásahu harvestorem, který má vždy lepší terénní vlastnosti než vyvážeč, zůstane v porostu část dříví, které se pak obtížně soustřeďuje koňmi, nebo traktory, protože je připraveno k linkám pro vyvážeč.



1 kácení, integrované s vyklizováním na relativně velkou vzdálenost, 2 pojezd procesoru, 3 pojezd vyvážecí soupravy

Obr. 4.24. Malovýrobní technologie s procesorem

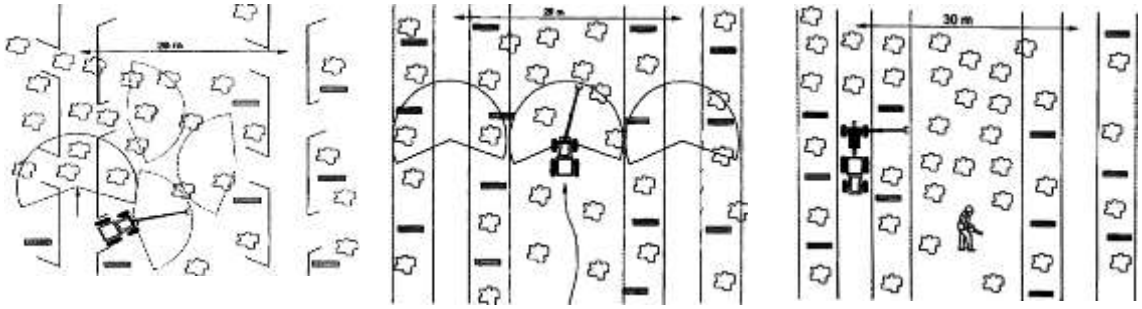
Pro pohyb harvestorů (procesorů) a vyvážečů porostem a po linkách existuje více modelů, odvíjejících se ze sklonu terénu, dosahu ramene harvestorů, způsobu zpracování stromů procesorem (nejjednodušší typy procesorů jsou schopné odebírat stromy jen z jedné strany linky, a vyklizené kolmo k lince – což je výrazná technologická komplikace) a požadavku zadavatele prací na rozestup linek. Ideální je model, kdy se rozestup linek rovná dvojnásobku dosahu ramene harvestoru. V takovém případě harvestor nezajíždí do porostu, a vyvážeč se pohybuje po koberci z klestu po odvětvení harvestorem nad linkou. Tento model ale nelze použít tam, kde naráží na odpor lesního hospodáře. Tomu je třeba vyhovět větším rozestupem linek. V malolesích (mimo ČR) je populární použití UKT v procesorové technologii, kdy se stromy k lince vyklizují UKT s farmářskou výbavou (integrovaně s kácením, či samostatně), následuje zpracování připravených stromů procesorem neseným týmž traktorem, a nakonec vyvážení výřezů vyvážecí soupravou, případně i odvoz – rovněž na bázi téhož UKT.



procesor odebírající ze všech úhlů procesor odebírající jen kolmo

Obr. 4.25. Varianty vyklizování stromů k procesoru

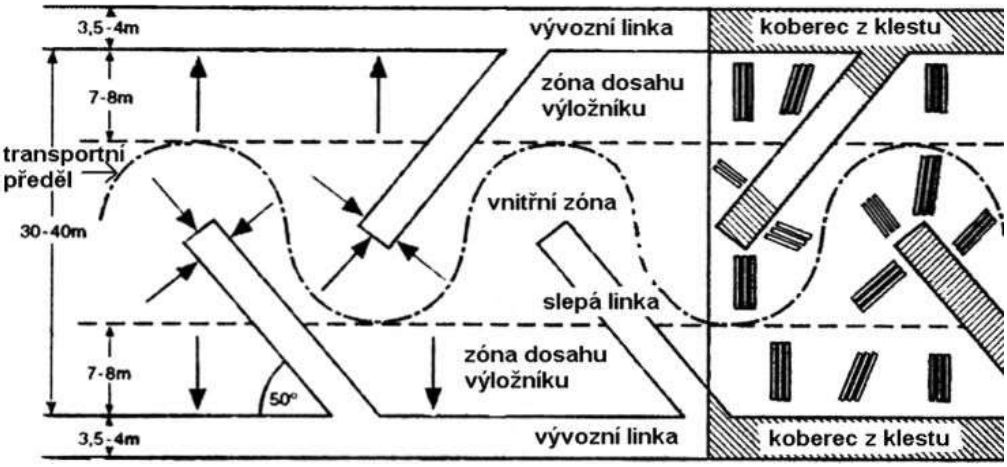
Pro malé harvestory s dosahem ramene cca 7 m existují tři modely, umožňující rozestup linek 20-30 m, a při ručním snášení výřezů uvnitř pole i větší (obr. 4.16.). Nejjednodušší předpokládá **zajíždění z linky do porostu**, a zpracování porostního nitra tak, že hotové výřezy jsou ukládány do blízkosti linky, na dosah výložníku vyvážeče. Je to způsob pomalý, přinášející nárůst škod na porostu, a neumožňující výrazněji překročit rozestup linek 20 m. Druhý model, který rovněž výrazně nepřekračuje rozestup linek 20 m je **jízda po vlnovce**, kdy prostředním polem projíždí harvestor po vlnovce (aby okulárně nevznikla další linka) a výřezy ukládá do co největší blízkosti linek. Prostředním polem tedy vyvážeč neprojíždí! Za cenu technologických komplikací se ušetří jeden průjezd vyvážeče, byť linka středem pracovního pole stejně vede, ale nemá být patrná. V modelu, umožňujícím rozšíření rozestupu linek na 30-40 m je **vnitřní pracovní pole zpracováno motomanuálně** se snášením výřezů k linkám na dosah výložníku vyvážeče. Model je náročný organizačně – vnitřní pole musí být zpracováno před příjezdem harvestorového uzlu, i administrativně – motomanuálně vyrobené dříví musí být přijato do evidence zvlášť.



zajíždění harvestoru do porostu jízda po vlnovce kombinace s motomanuální technologií

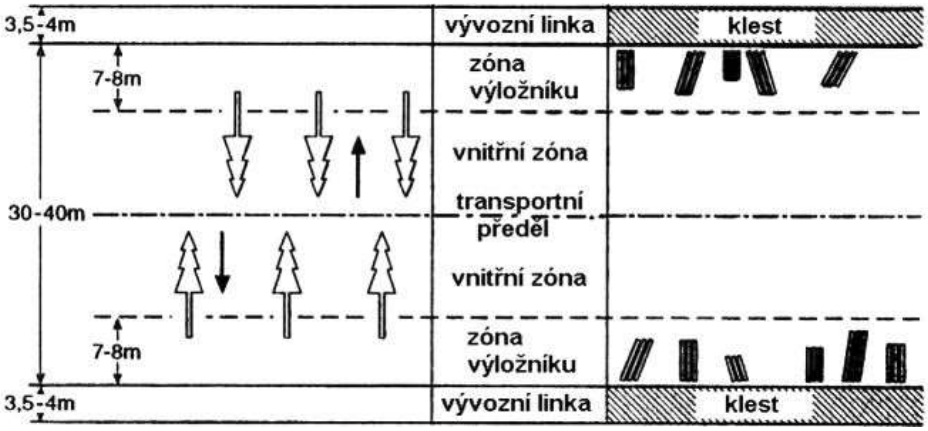
Obr. 4.26. Modelové pracovní postupy pro malé harvestory s výložníkem cca 7 m

Pro harvestory s dosahem výložníku 10-11 m existují dva modely umožňující rozšíření rozestupu linek, **kombinace zajíždění harvestoru do porostu s jízdou po vlnovce**, kdy harvestor zajíždí z linky do porostu střídavě z jedné a druhé linky tak, aby obsáhl celé vnitřní pracovní pole, kterým poté projíždí po vlnovce vyvážeč a sbírá výřezy uložené u slepých linek (obr. 4.27.).



Obr. 4.27. Kombinace zajíždění harvestoru do porostu s jízdou po vlnovce

Další je **kombinace s motomanuálním kácením a vyklizováním koněm** či mobilním navíjedlem (kombinace s koněm je možná jen v nízkých hmotnatostech a na rovině, kde tažná síla koně ještě postačí). Ve vnitřním pracovním poli je před příjezdem harvestorového uzlu provedeno kácení špičkami doprostřed pole, a následně jsou stromy vyklizeny oddenky na dosah výložníku harvestoru od linky. Ten poté kácí a zpracovává stromy ve své zóně a zpracovává předkácené stromy, vyklizené na její okraj. Pro zkrácení vzdálenosti vyklizování je možné kácení špičkami k lince, kdy jsou stromy zpracovávány harvestorem od špičky. To je použitelné jen pokud lze dříví dodávat v nestandardních délkách, protože oddénkové výřezy nemají standardní délky. Model je náročný organizačně – vnitřní pole musí být zpracováno před příjezdem harvestorového uzlu, i administrativně. Proto není v ČR oblíben, ale např. v SRN je relativně častý.



Obr. 4.28. Kombinace s motomanuálním kácením a vyklizováním koněm

Ne všechny lesnické subjekty se budou na harvestorové technologie orientovat, což je dáno rozdílnými výrobně-technickými podmínkami, a tím, že v ČR je přechod na strojové technologie brzděn nízkou cenou pracovní síly. Doporučit harvestorové technologie lze velkým lesním majetkům s dostatkem předmýtních porostů odpovídajících technicko-ekonomickému optimu zvoleného harvestoru, nebo kontraktorským firmám, operujícím v takových regionech. Přímé náklady na výrobu 1 m^3 dříví mohou být vyšší než u motomanuálních technologií, ale s nižším poškozováním porostů, a nižší spotřebou času na výrobu 1 m^3 dříví (harvestorové technologie docilují cca 1/6 pracnosti motomanuálních technologií). Z toho vyplývá markantní pokles režijních nákladů souvisejících s počtem pracovníků (pojištění, doprava na pracoviště, vybavení osobními ochrannými pomůckami, doplňkové mzdy atd.). Malým a středním vlastníkům lesa, a malým kontraktorským firmám lze doporučit méně investičně náročné technologie sortimentní metody

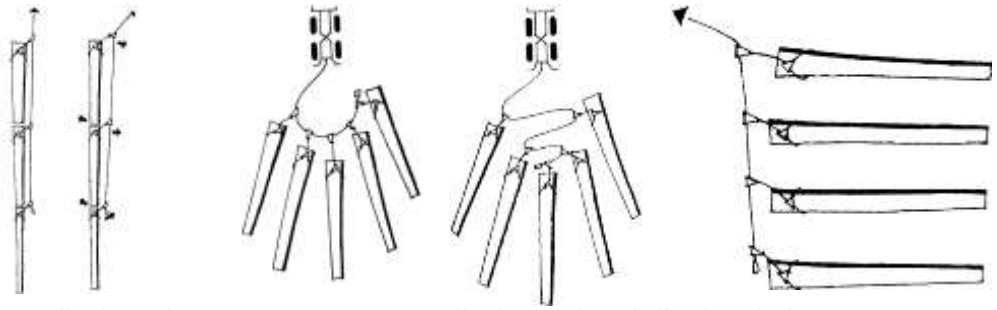
- motomanuální sortimentní metodu s výrobou výřezů standardních délek, vyvážení výřezů sortimentní vyvážecí soupravou nebo vyvážecím traktorem

- motomanuální sortimentní metodu s výrobou výřezů standardních délek, přibližování dříví sklu-zem Log-line
- motomanuální výrobu rovnaného dříví v porostu s vyvážením dříví koněm s použitím člunu (na úrovni současného poznání)
- motomanuální výrobu rovnaného dříví v porostu s vyvážením dříví "železným koněm" (vyvážecí minisoupravou)
- motomanuální kácení, vyklizování stromů k lince koněm nebo mobilním navijákem, odvětvo-vání a zkracování na lince procesorem, vyvážení výřezů sortimentní vyvážecí soupravou nebo vyvážecím traktorem.

Při použití **kmenové metody** se musí zvážit rizika poškození porostu. Soustřeďováním surových kmenů v celé délce vzniká 71 % poškození (vlečeným dřívím 63,9 %, soustřeďovacím prostředkem 7,1 %), proto je tato metoda použitelná jen ve starších porostech, kde rozestup stromů spolu s důsledným směrovým kácením vytvářejí předpoklady pro nižší poškození porostu. Použitelné jsou technologie

- motomanuální výroba surových kmenů s jejich vyvážením "železným koněm" (vyvážecí mini-soupravou)
- motomanuální výroba surových kmenů s jejich soustřeďováním koněm (omezení vyplývají z hmotnatosti těžených stromů, vzdálenosti soustřeďování a vyloučení antigravitačního transportu)
- motomanuální výroba surových kmenů a jejich kombinované přibližování (kombinace kůň-UKT, kůň-SLKT, kůň-lanovka jsou dány terénními podmínkami a přibližovací vzdáleností)
- motomanuální výroba surových kmenů a jejich soustřeďování traktory (vyklizování lanem navi-jáku, přibližování vlečením po lince)
- motomanuální výroba surových kmenů, soustřeďování dříví mobilními navíjedly (i ve variantě s lanovým dopravním zařízením).

Technika **použití sběrného lana** ve výchovných těžbách je použitelná jen výjimečně, při vyklizování více výřezů z jednoho kmene stejným směrem. Vyklizování více kmenů je zpravidla nepřijatelné.



Výjimečně přijatelná varianta Nepřijatelné použití techniky sběrného lana

Obr. 4.29. Technika práce sběrného lana je ve výchovných těžbách zpravidla nepřijatelná

Při použití **stromové metody** je nutné zvážit riziko poškození porostu vyklizováním stromů. Četnost střetů vyklizovaného dříví se stojícími stromy je srovnatelná s kmenovou metodou, ale četnost poškození bývá nižší, protože ne každý střet korunové části vyklizovaného stromu se stojícím stromem má za následek poškození stojícího stromu. Vzhledem k nízkým hmotnatostem kácených stromů je použití protahovacích odvětvovacích strojů nevhodné, a vzhledem k pracnosti a nákladnosti odvětvování tenkého dříví, a cenám vlákninového dříví, lze očekávat přesun ke štěpkování celých tenkých stromů. Metoda je použitelná buď v nejmladších porostech, nebo naopak ve starších porostech, kde rozestup stromů spolu s důsledným směrovým kácením vytvářejí předpoklady pro nižší poškození porostu. Použitelné jsou technologie

- motomanuální kácení stromků v nejmladších výchovných těžbách a jejich ruční snášení k linkám (v celé délce, nebo krácených na stromové sekce). Vyvážení stromků na OM sortimentní vyvážecí soupravou, nebo traktorem s klešťovým závěsem, odvětvování a manipulace na OM procesorem, nebo štěpkování
- motomanuální kácení stromků a jejich vyvážení na OM "železným koněm" (vyvážecí minisou-pravou)

- motomanuální kácení, soustřeďování traktory (vyklizování lanem navijáku, přibližování vlečením), odvětvování a manipulace na OM procesorem.
- motomanuální kácení, kombinované přibližování (kůň + traktor, mobilní naviják + traktor), odvětvování a manipulace na OM procesorem
- technologie jako v předcházejících variantách, ale se zpracováním až na centrálním manipulačním skladě
- motomanuální kácení, soustřeďování lanovým dopravním zařízením, odvětvování a manipulace na OM procesorem.

Technologie se štěpkováním celých stromů se používají v prořezávkách a prvních probírkách, a štěpkování klestu je možné na odvozním místě a při komplexním zpracování stromů na centrálním místě zpracování, do ještě ekonomické gravitační vzdálenosti 100 km od spalovny – elektrárny. Při odvětvování v porostu a na linkách se klest zpravidla nevyužívá (v porostu proto, že je rozptýlen, na linkách proto, že slouží jako koberec pro pohyb mechanizačních prostředků). Nejefektivnějším způsobem využívaným ve Finsku a Švédsku je vyvážecí traktor se střižným nožem v drapáku, který stromy střihá a ukládá mezi klanice a vyváží na OM, kde se ponechávají tak dlouho, až postupným vysycháním dosáhnou vlhkosti 30%, požadované pro ekonomické spalování. Skládky na OM jsou překrývány proti dešti a sněhu plachtou. Štěpkování na OM tak probíhá v optimálních vlhkostních podmínkách.

Charakteristické znaky předmýtních těžeb

- nízká hmotnatost těžených stromů
- nižší technologická kvalita těženého dříví
- stromy určené k těžbě jsou rozptýlené po manipulační ploše
- nízká koncentrace dříví k těžbě na jednotku plochy
- požadavek na selektivnost těžby
- těžba a soustřeďování dříví probíhají v hustých a zavětvených porostech, s požadavkem na nepoškození stojících stromů porostu
- kumulace všech poškození stromů v průběhu obmýtní doby
- bezprostřední vliv poškození stromů a narušení půdy na zdravotní stav porostu a přírůst.

Výslednicí těchto znaků je

- technologická náročnost
- vysoká pracnost
- finanční nákladnost
- nižší tržby za vytěžené dříví, případně i neprodejnost dříví
- pěstební účinnost těžebního zásahu jen v případě provedení v optimální dobu.

Nahodilé těžby

Nahodilé těžby jsou neplánované těžby vyvolané biotickými i abiotickými činiteli v porostech mýtního i předmýtního věku, mající při zpracovávání přednost před úmyslnými těžbami. V ČR je tato přednost dána i lesním zákonem. Důvodem pro časovou přednost je zábrana následnému přemnožení hmyzích škůdců, a v druhé řadě udržení kvality dříví jeho včasným zpracováním - anglický výraz pro nahodilé těžby je salvage cutting - záchranná těžba. **Rozsah** nahodilých těžeb je od jednotlivých stromů (zlomy námrazou, souše od blesku), přes jejich skupiny (kůrovcová kola) a celé porosty (zlomy sněhem), až po rozsáhlá území (škody větrem). Pro odlišení od rozptýlené nahodilé těžby se pro nahodilé těžby velkého rozsahu užívá termín **kalamitní těžby**. Těžby v porostech odumírajících vlivem imisí se pro jejich specifičnost označují jako **imisní** (exhalační) **těžby**, i když jsou z hlediska rozsahu těžbami kalamitními. Nahodilé těžby mají různé příčiny (vítr, sníh, námrazu, laviny, sesuvy půd, požáry, sucho, pokles hladiny spodní vody, přemnožení škodlivého hmyzu, exhalace, solení silnic), podle nichž se liší jejich rozsah, charakter poškození dříví, možnost a způsob jeho vytěžení a riziko při jejich zpracování. Univerzální pokyny pro zpracování všech druhů nahodilých těžeb proto neexistují. Z hlediska technologických odlišností se nahodilé těžby rozdělují na

rozptýlené
- jednotlivé stromy
- skupiny stromů

kalamitní • porosty
• rozsáhlá území
imisní • odumírající porosty (bez znehodnocení dříví)
• odumřelé porosty (dříví znehodnocené)
• rozpadající se porosty (dříví nepoužitelné)

Nejvýznamnějším faktorem **rozptýlených nahodilých těžeb** je nízká koncentrace dříví na jedno pracoviště, a tím vysoké časové nároky na přesuny pracovníků. U jednotlivých souší a skupin kůrovcových stromů je sice možné kácení s odvětvováním oddělit od soustřeďování, ale není to vhodné pro obtížnost hledání ležících kmenů při časově odděleném soustřeďování. Pro zpracování zlomů a vývratů je nezbytný traktor s navijákem (pro stržení zlomené špičky stromu visící v koruně, jištění napružených stromů, jištění vývratového koláče), který je využit i pro soustřeďování dříví. Pro rozptýlené nahodilé těžby je proto ideální dvoučlenná skupina s traktorem, sloužícím i pro přesun. Vhodné je, pokud má traktorista kvalifikaci dřevorubce, protože převládá čas na těžbu nad časem soustřeďování. Výkonnost dřevorubce i traktoru jsou oproti úmyslné těžbě výrazně nižší, proto pro minimalizaci kapacitních a ekonomických ztrát vyplývajících z nevyužití traktoru, postačí traktor nižší výkonové kategorie, pro který se v těžbách vyšších hmotnatostí dříví krátí, pracuje se sortimentní metodou, a při vyklizování dříví větších dimenzí se používá silová kladka.

Technologicky nejjednodušší jsou **hmyzí kalamity** a **imisní těžby**, pokud jsou realizovány včas, ne až při těžbě trouchnivějícího dříví, protože jejich technologická odlišnost od úmyslných těžeb je minimální. Jejich zpracování může být levnější než úmyslné těžby, protože jde o koncentrovaná pracoviště s nižšími režijními náklady. Pokud je dříví zpracováno včas, nedochází ani k poklesu jeho kvality a ceny - s výjimkou obecného poklesu cen dříví v období jeho dočasného nadbytku. Pracnější a obtížnější je **zpracování vývratů** ležících v jednom směru. Práce na těžební ploše je komplikována jištěním vývratových koláčů a jejich vracením po zpracování vývratů do původní polohy. Zjednodušením je, že dříví leží na zemi, odpadá klínování stromů do směru pádu a stahování věšáků. Mechanicky bývá dříví poškozeno minimálně, a proto nenastává zásadní pokles tržeb za dříví. Nejobtížněji je zpracování **polomů a vývratů** po vichřici, kdy navršené a roztříštěné stromy leží ve všech směrech a více vrstvách. Zpracovávání **polomových bud** je rizikové a pracné. Náklady na zpracování těchto kalamit jsou nejvyšší, a zpeněžení dříví nejmenší, protože roztříštěním dříví se snižuje nejen jeho kvalita, ale i kvantity, a to při nárůstu objemu těžebních zbytků.

Časový postup zpracování kalamity sleduje její co nejrychlejší likvidaci při postupném zapracování personálu v rizikových podmínkách.

1) Nejdříve se uvolní veřejné komunikace a liniová vedení, a to při bezprostředním ohrožení osob a majetku i bez ohledu na druhování dříví, resp. s omezeným druhováním.
2) Poté se uvolní ostatní komunikace a liniová vedení podle pořadí jejich významu.
3) Postupně se zpracovávají jednotlivé porosty od nejkvalitnějších a nejtlustších porostů, po porosty nejméně kvalitní a nejtenčí. Pořadí zpracování je od pracovišť nejméně komplikovaných po nejobtížnější. Svůj časový postup má i **zpracování kalamitního dříví** na těžební ploše
4) Nejdříve se zpracuje a soustředí dříví ležící jednotlivě na zemi mimo prostor ohrožený nachýlenými stromy, vývraty a neúplnými zlomy. Cílem je uvolnění a zpřehlednění manipulační plochy.
5) Stržení a zpracování neúplných zlomů, vytěžení nachýlených stromů a vývratů vytvářejících ohrožený prostor. Cílem je zpřístupnit pracoviště vyloučením ohrožení padajícími stromy, nebo jejich částmi.
6) Zpracování jednoduše nakupených zlomů a vývratů. Cílem je co nejrychlejší zpracování co největšího objemu dříví při postupném zapracování pracovníků v obtížných pracovních podmínkách.
7) Zpracování obtížně rozebíratelných polomových bud. Cílem je posunout nejrizikovější práce až do doby co nejvyššího zapracování pracovníků v kalamitní těžbě, a na pozdější dobu ponechat ke zpracování malý objem obtížně zpracovatelného a poškozeného dříví.

8) Těžba stojících zlomů. Cílem je dočištění pracoviště při zadání, do jaké míry poškození stojících stromů má být těžba realizována - např. zásada poloviny koruny, jednoho zeleného přeslenu, jedné zelené větve.

Obecnou zásadou je zpracovávání od nejjednodušších případů po nejkomplikovanější, s cílem co nejrychlejšího a nejbezpečnějšího zpřehlednění a zpřístupnění těžebních ploch, současně s postupným zapracováním dělníků v obtížnějších výrobních podmínkách. U větrných kalamit se začíná plocha zpracovávat od směru, ve kterém přišel vítr (princip padajícího domina). To může znemožnit použití stávajícího rozčlenění porostu a přibližovacích linek, neboť dříví jen výjimečně leží v odpovídajícím směru. Zpřístupnění polomových ploch proto bývá obtížné, a vyklizování dříví k linkám bývá možné jen za cenu krácení na výřezy, nebo za cenu "obracení" směru vyklizování po vytažení stromu z ohroženého prostoru. **Obtížnost a nákladnost zpracování kalamitních těžeb** spočívá nejen v tom, že dosud budovaný systém zpřístupnění porostního nitra bývá nepoužitelný, a zpřístupnění se realizuje „ad hoc“, ale nelze dodržet obvyklé členění těžby na zimní a letní, což přináší ztráty ve zpeněžení dříví, a předem nasmlouvané dodávky nemusí být reálné dodržet. Dodavatelé prací se mohou domáhat kompenzace, pokud je změněno místo, či technologie těžby. Navíc vše probíhá v časové tísni.

Pro **organizační zvládnutí kalamit** je důležitý rychlý, relativně přesný **odhad rozsahu**. Od něj se odvíjí organizační opatření - zda je nutné zajistit další pracovní síly a prostředky, či je situace zvládnutelná vlastními prostředky při zastavení všech úmyslných těžeb, nebo jen při zastavení těžeb mýtních úmyslných, atd. Odhady rozsahu kalamity v prvních hodinách po jejím vzniku bývají obvykle podhodnocené. Důvodem je, že se dělají pochůzkou po okrajích porostů (projetím komunikací) bez vstupování do nich. Protože jsou zapláštěné okraje porostů odolnější, vypadá obvykle situace uvnitř porostů hůře. Dalšími důvody je i to, že narušené porostní stěny padají ještě později, a při zpracovávání něco dřevorubci přiberou či zarovnají, a také se při celkovém odhadu objemu nahodilé těžby zapomíná na "běžnou nahodilou těžbu" (tj. v místě obvyklý roční objem rozptýlené nahodilé těžby, která se zpracuje současně s těžbou kalamitní). Osvědčuje se proto vzorníkový odhad podle m^3 dříví na 1ha porostní půdy, provedený podle jednotlivých oddělení, nebo alespoň podle reprezentativních oblastí (podle předělů v nadmořské výšce, zamokřené plochy, návětrné porosty, atd.).

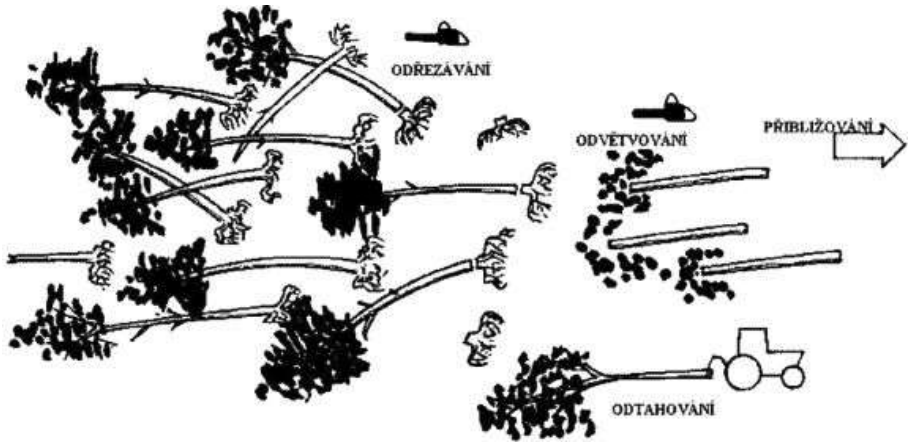
Organizační opatření bývají obvykle následující

- zastavení mýtních úmyslných těžeb (pokud je rozsah kalamity menší)
- zastavení výchovných těžeb (při větším rozsahu kalamity)
- přesuny pracovních sil a prostředků
- změny smluv
- výjimečná organizační opatření (odlišná pracovní doba, pobídková mzdová řešení)
- výjimečné pracovní postupy (použití trhavin v těžbě dříví)
- zajištění stravování a ubytování pracovníků přesunutých mimo oblast jejich bydliště
- přesuny technicko-hospodářských pracovníků a dočasné změny kompetencí
- zabezpečení údržeb a oprav techniky v místech jejího soustředění
- transport vytěženého dříví na větší vzdálenosti
- přerušení periodicity inventur dříví
- změny způsobů výroby (např. výroba sortimentů na OM).

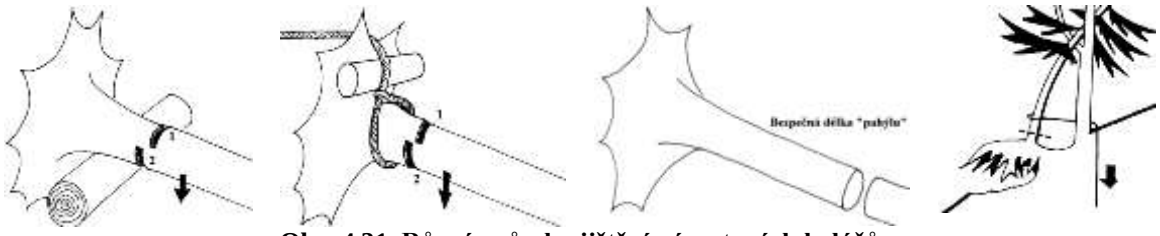
Hlavní zásady bezpečnosti práce

- při koncentraci pracovních sil a prostředků je nezbytné dodržovat bezpečnou vzdálenost mezi pracovišti
- vhodné je použít všechny technické prostředky pro snížení rizika kontaktu dělníka s těženým dřívím - rozebírání polomových bud harvestorem, používání navijáků jako technologické nezbytnosti
- vhodné je strom po oddělení od pařezu odtáhnout mimo ohrožený prostor (mimo prostor ohrožený pádem stromů z narušené porostní stěny) a tam jej teprve odvětvit
- vývratové koláče musejí být před odříznutím zajištěné, aby nespadly zpět v nežádoucí době, a po odříznutí je nutné je ihned vracet na místo a zamáčknout radlicí nebo pojezdem traktoru, aby na pracovišti nevznikaly nebezpečné dutiny pod povrchem půdy
- při nebezpečí rozštípnutí kmenů při jejich zkracování je nutné používat spínače kmenů

- všemi dostupnými metodami je třeba snižovat pnutí stromů. U vývratů i neobvyklým odvětvováním od vrcholku!
- na pracovištích s extrémním ohrožením musí být trvalý dozor technického zaměstnance, chápaný jako osobní řízení prací - nikoliv jako registrace stavu!



Obr. 4.30. Modelová organizace práce na kalamitní ploše

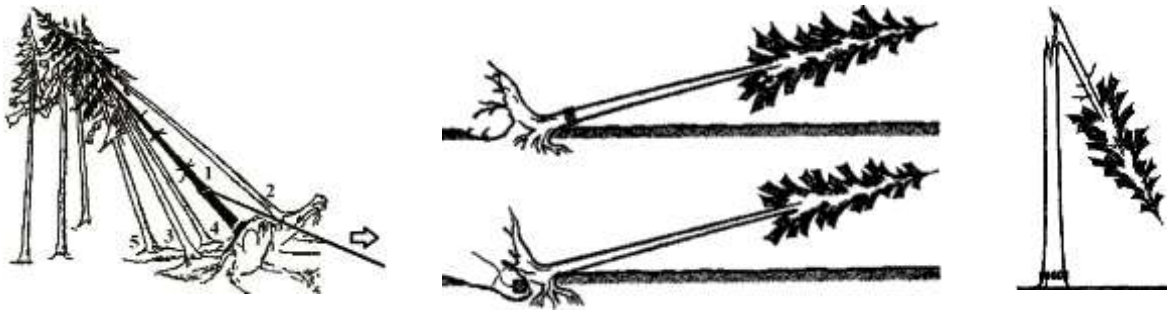


Obr. 4.31. Různé způsoby jištění vývratových koláčů

snížení pnutí ve dřevě odvětvováním od vršku

pořadí řezů u vývratů podle tlaku a tahu ve dříví

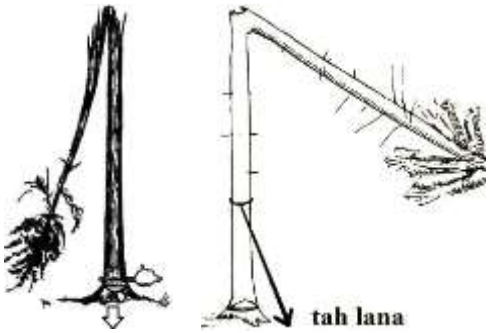
Obr. 4.32. Technika práce v kalamitní těžbě



rozebírání polomové boudy navijákem

varianty použití výbušnin při likvidaci vývratů a stojícího zlomu

Obr. 4.33. Technika práce v kalamitní těžbě



Obr. 4.34. Kácení stojících zlomů

Imisní těžby mohou mít následující charakter:

- **plošná likvidace odumírajících a odumřelých porostů, ve kterých nedošlo ke znehodnocení dříví** hnilobou, se používá v případech, kdy byly imisní těžby zahájeny pozdě. Technologicky nečiní tento případ žádné potíže. (Správně měly být imisní těžby zahájeny před masivním odumíráním porostů, aby měly umístěné těžební zásahy charakter východisek obnovy. Jedině tak lze zabránit vzniku jednolitých odlesněných ploch - imisních holin).
- **plošná likvidace odumřelých porostů, ve kterých došlo ke znehodnocení dříví** hnilobou se používá v případech, kdy se s těžbou nezačalo včas, nebo kdy byl odumřelý porost ponechán jako biologický kryt následného porostu, a proto dochází k lámání stromů narušených hnilobou při jejich kácení. Z důvodu bezpečnosti práce je možné použít jen kácecí stroj nebo harvestor s kabinou FOPS. Kvalita těženého dříví zpravidla umožňuje jen výrobu štěpky. V případech, kdy není dříví použitelné ani pro výrobu štěpky, je možné porost "poválet" buldozerem (s kabinou FOPS) a dříví ponechat přirozenému rozkladu.
- **rozpadající se porosty s nepoužitelným dřívím** neumožňují vůbec do porostu vstoupit, a nezbývá, než ponechat porost samovolnému rozpadu. Z důvodu bezpečnosti je nutné takové porosty uzavřít pro veřejnost. Z hlediska biologického byla údajně prokázána vhodnost obnovy pod krytem odumřelého porostu, ale těžba odumřelých stromů je pak technologicky neřešitelná, stejně tak, jako pěstební zásah v podrostu.

Imisní těžby v ČR. První zkušenosti s imisními těžbami byly získány v bývalém Severočeském kraji při zpracovávání tzv. kouřových škod v Krušných horách. Bohužel se nepodařilo zkušenosti přenést do Jizerských hor, kde se opakovaly stejné chyby (pozdní obnova porostů, nedostatečná síť odvozních cest, chybějící technologie těžby a dopravy dříví, nezvládnutý objem pěstebních prací). Až v Beskydech a v Jeseníkách se podařilo nástup imisních těžeb zachytit. Rozsáhlé imisní holiny již nevznikají explozivním způsobem, ale ústup lesů je spíše plíživý a okulárně méně patrný, ale s nebezpečím podcenění takového vývoje! Z dosavadních zkušeností lze zevšeobecnit:

- prudký nárůst těžby je nezvládnutelný klasickými pracovními postupy
- zvládnutí následných pěstebních prací: zalesňování a zejména ochrany proti buřeni je rovněž nemožné klasickými způsoby
- technologické problémy při plošných likvidacích porostů jsou zdánlivě minimální, ale při soustřeďování dříví na velké vzdálenosti dochází k erozi na přibližovacích linkách (provoz lesního hospodářství nemá zkušenosti s dlouhými přibližovacími vzdálenostmi, a proto si míru rizika těžebně-dopravní a následné vodní eroze neuvědomuje), a po odumření celých porostů se zvedá hladina spodní vody do té míry, že to má bezprostřední vliv nejen na těžební technologie, ale i na technologie následné obnovy lesa
- v předmýtních porostech je kardinální otázkou, zda selektivním výběrem odumírajících stromů otevřít, nebo neotevřít nitro porostu provívání větrem zanášejícím imise dovnitř porostů. Technologickým problémem je, že v těchto porostech již klesá transpirace a vystupující spodní voda výrazně ovlivňuje soustřeďování dříví snížením únosnosti terénu. Odumírání předmýtních porostů také může akcelerovat právě následkem sekundárního zamokření.
- porosty náhradních dřevin splnily svoji krycí funkci a nastává jejich obtížná přeměna na porosty s cílovou skladbou

- zásadním řešením problému není zvládnout umění pěstovat lesy pod vlivem imisí, ale radikální snížení imisí. Zkušenosti z Krušných hor to potvrzují tím, že na lokální snížení imisního zatížení (např. po převedení elektráren na teplárenský provoz) les jako ekosystém citlivě reagoval.

4.7. Škody na lesních ekosystémech a možnosti jejich snižování

Zvenčí jsou lesní ekosystémy poškozovány změnami klimatu, imisemi, ukládáním odpadů, stavebními a dobývacími pracemi, ale k jejich narušení dochází i zevnitř, provozem lesního hospodářství, zejména těžební činností. Způsobené škody nebývají nutným následkem, ale spíše důsledkem neodborného plánování a řízení výroby. Proto je nezbytné hledat cesty, jak škodám zabránit, nebo alespoň snížit jejich rozsah. V praxi lze identifikovat tyto **skupiny poškozování lesního prostředí**

4.7.1. Kategorie poškození lesního prostředí těžební činností

V praxi lze identifikovat tyto **skupiny poškozování lesního prostředí:**

- **narušení povrchu půdy** pojezdem strojů či vlečeným dřívím, ale každé narušení půdy nemusí být nežádoucí (narušení půdního povrchu pro přirozené zmlazení), a nemusí být východiskem vodní eroze
- **zhutnění půdy** ve stopě strojů vytlačením plynů z půdy, redukcí objemu velkých pórů s následnou sníženou infiltrační schopností půdy a zhoršením mikrobiálních procesů v půdě. Zhutněním půdy současně vznikají koleje, které mohou být východiskem vodní eroze
- **narušení kořenového systému stromů** následované snížením stability porostů a infekcí houbovými chorobami a invazí škodlivého hmyzu
- **přímé** - stržení kůry na kořenech a kořenových náběžích, obnažení a přetrhání kořenů způsobené prokluzem pneumatik a pásů či vlečeným dřívím
- **nepřímé** - hynutí kořenů ve zhutněné, či zbahnělé vrstvě půdy
- **mechanické poškození nadzemních částí stromů** pojezdem strojů, jejich pracovními orgány, kácenými stromy a soustřeďovaným dřívím - stržení kůry, olámání větví, zlomení vrcholků nebo celých stromů či jejich vyvrácení. Tato poškození jsou doprovázena nebezpečím infekce houbovými chorobami a invazí škodlivého hmyzu, protože odřený strom vylučuje pryskyřici, jejíž prchavé látky působí jako atraktant
- **kontaminace přírodního prostředí ropnými produkty** při haváriích a poruchách strojů, a netěsnostech palivových a hydraulických systémů. Negativní následky ale mohou mít i úniky jiných provozních kapalin. Omezení rizika úniku provozních kapalin je především záležitostí konstrukce (pojistné ventily v okruhu hydrauliky, ochranné vany plnící funkci ochrany strojového spodku i záchytné vany při případném úniku oleje), ale riziko poruch je možné omezit i důslednou údržbou stroje a jeho udržováním v čistotě (pod nánosy bahna a slepené kůry nelze identifikovat počínající praskliny spojené s roněním oleje).
- **znečištění ovzduší výfukovými plyny**, postupně snižované zpřísňováním norem čistoty výfukových plynů. Pro motory vyráběné v EU nyní platí Euro 5, a od roku 2014 to bude přísnější Euro 6. U osobních vozidel je spektrum očekávaných technických řešení širší, od kapalného propan-butanu (LPG - Liquefied petroleum gas), stlačeného zemního plynu (CNG - Compressed natural gas), elektromobilů, po kapalná biopaliva a vizionářské použití vodíku, jsou tato řešení u nákladních vozidel a pracovních strojů použitelná omezeně. V nejbližší budoucnosti bude jako pohonná jednotka převládat naftový motor, doplněný možná asistenčním elektromotorem. Uživatele nemusí příliš zajímat, jakým způsobem se výrobci motorů vyrovnají s limity exhalací, ale zajímá je, jaké provozní komplikace jim využívání toho kterého systému přinese (vstřikování močoviny, filtry pevných částic), kolik to bude stát, a jakou životnost stroje mohou očekávat. Důležité budou také požadavky na seřizování a údržbu. Z pohledu provozovatelů je ale potěšitelné, že je každé snížení exhalací sazí a nespálených uhlovodíků spojeno se snížením spotřeby pohonných hmot.
- **rušení volně žijících živočichů hlukem** bývá přeceňováno, protože živočich reaguje na neznámý zvuk útěkem či úkrytem, ale pokud si ověří, že konkrétní zvuk není doprovázen reálným nebezpečím, ignoruje jej. Stačit by tedy měla jednoduchá organizační opatření, jako omezení doby těžby na období mimo hnízdění a vyvádění mláďat, mimo období zimního strádání, atd.

Závažnost škod působených těžební činností na lesních ekosystémech může být velmi různorodá:

- **škody nevyžadujících povýrobní úpravu**, tj. zanedbatelných škod regenerovatelných přirozenou cestou bez spolupůsobení člověka a bez nebezpečí následných škod, kdy postačí běžný úklid pracoviště (vyklizení těžebního odpadu z odvodňovacích příkopů, svodnic, příkopů, propustků lesních cest a vodotečí; vyklizení klestu z přirozeného zmlazení a obnovení původního průtočného profilu odvodňovacích zařízení tam, kde byl narušen)
- **škody vyžadující povýrobní úpravu**, kdy v případě menších škod **k provedení povýrobní úpravy postačí prostředky těžební skupiny** (vytěžení stromů poškozených těžbou a soustřeďováním dříví a ošetření méně poškozených stromů desinfekčními nátěry; urovnání povrchu přibližovacích linek a skládek radlicí traktoru při couvání – geometrie radlice a kinematika jejího zavěšení jsou řešeny pro zemní práce, proto pokus o urovnání linky jízdou dopředu skončí ještě horším stavem; pokrytí narušeného půdního povrchu klestem - tzv. klejonáž, aby se zabránilo jeho dalšímu narušování dopadem vodních srážek na nekrytý půdní povrch; přerušení počínajících erozních rýh a odvedení povrchové vody do zásaku radlicí traktoru; přehrazení erozních rýh dřevěnými přehrážkami, vyplnění erozní rýhy těžebním odpadem a zpět nahrnutou zeminou vytlačenou při soustřeďování dříví do stran, atd.). Z výchovných důvodů je vhodné, aby sanační práce provedli ti pracovníci, kteří škody svojí prací způsobili, a také aby k jejich provedení byli vhodně stimulování systémem odměňování.
- **škody, způsobující, že k provedení povýrobní úpravy jsou nezbytné speciální prostředky** (úpravy terénu bagrem, reprofilace zemních těles cest a svážnic, úpravy průtočného profilu vodotečí, odvodnění zbahnělých míst). Na pracovníky těžební činnosti psychologicky nepříznivě působí fakt, že jimi způsobené škody napravuje někdo jiný, což může vyvolávat pocit, že jsou škody nevyhnutelnou součástí těžební činnosti.
- **škody trvalého charakteru** (škody takového rozsahu, že je technicky či ekonomicky nereálně je napravit – např. sesuvy, plošný splach půdy, introskeletová eroze, velké erozní rýhy, strže, svážnice zahloubené pod úroveň terénu a úvozové cesty). V žádném případě to neznamená, že takto devastované plochy mohou zůstat bez technických úprav. Musí být provedena taková opatření, aby se stav dále nezhoršoval, např. zahrazení erozních rýh, aby se zastavila změna vodního režimu a vytvořily předpoklady k přirozenému zániku erozní rýhy postupným ukládáním plavenin.

odstranění klestu z propustků

Obr. 4.35. Úklid pracoviště

zahrnutí koleje po přibližování

Obr. 4.36. Povýrobní úprava pracoviště

zahrazení erozní rýhy plůtkem

Obr. 4.37. Sanace škody trvalého charakteru

Škody, ke kterým na lesním prostředí dochází, bývají často přičítány nevhodnému **konstrukčnímu řešení stroje**, ale vznikají kombinací více příčin, z nichž dominantní bývá **volba nevhodné technologie**, a to buď **absolutně** nevhodné pro konkrétní pracoviště, nebo **relativně** nevhodné, tj. technologie obecně přijatelné, ale použité v nevhodném období. Jedná se o nejčastější chyby v plánování a řízení, při kterých je např. na pracovišti ve svahu použito přibližování kolovou technikou proti kopci, i když je v daných podmínkách (sklon svahu, půdní podmínky, okamžitá půdní vlhkost) na hranici adheze, a dojde ke stržení půdního povrchu a vodní erozi. Druhou významnou příčinou škod je **technologická** či **pracovní nekázeň**, např. přetěžování prostředku, přejíždění s nákladem - když bylo nařízeno lanování, použití jiné technologie než bylo uloženo atd. Poslední skupinou příčin je **nezvládnutí technologie**, což jsou neúmyslné chyby pramenící v nedostatečné kvalifikaci či zkušenosti, označované módním termínem chybějící know-how.

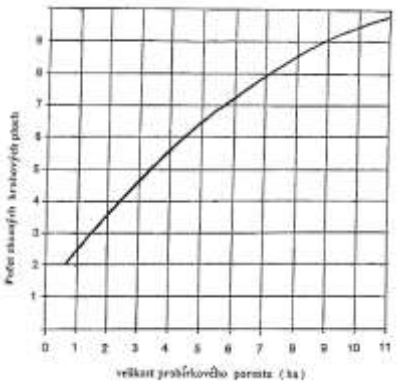
4.7.2. Hodnocení míry poškození půdy a stromů těžební činností

Hodnocení míry poškození půdy a stromů je vyjádřením četnosti výskytu (absolutní či relativní) zpravidla jen vizuálně (tedy nikoliv instrumentálně) zjistitelných negativních důsledků těžebně-

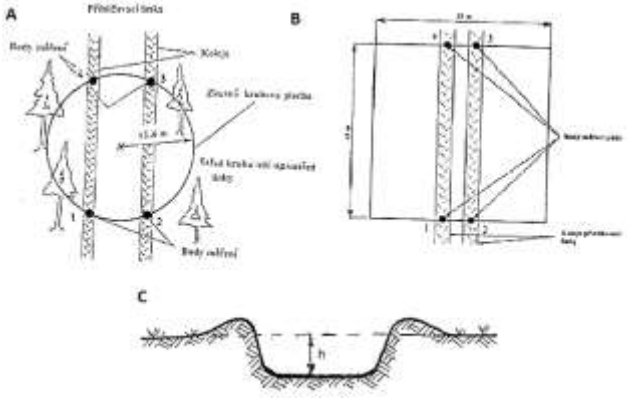
dopravních technologií. Těmito důsledky se rozumí poranění kmenů a kořenů stromů různé intenzity a změny na povrchu půdy (rýhy a koleje, apod.). V evropském ani světovém lesnickém výzkumu a praxi neexistuje jednotný způsob měření či odhadu rozsahu škod na prostředí po těžebním zásahu. Je známo několik metod vyhodnocení škod na půdě a stromech ze Spolkové republiky Německo, Finska, USA a Nového Zélandu, jež byly zkoumány ústavem lesnické a dřevařské techniky LDF MENDELU (ÚLDT). Metody používají matematicko-statistické algoritmy, přičemž míra poškození stromů v porostu se stanovuje jako počet poškozených stromů x 100 / součet všech stromů (poškozených a nepoškozených). Podobně je tomu u hodnocení poškození půdy-

Je třeba rozlišit hodnotící metody vhodné pro provozní potřebu, které poskytují informace o poškození porostu a půdy zejména v okolí přibližovacích linek a slouží při předávání a přebírání porostů mezi zadavatelem a dodavatelem prací, a metody výzkumné, poskytující informace o míře poškození porostu na celé jeho ploše a sloužící pro získávání datových podkladů pro vědecko-výzkumnou činnost. Metody výzkumné poskytují větší počet dat, jsou však výrazně pracnější než hodnotící metody provozní.

Pro provozní účely je vhodná např. **hodnotící metoda německá v úpravě Ústavu techniky LDF MENDELU**. Při této metodě se na přibližovacích linkách vyznačí zkusné plochy ve tvaru čtverce 20 x 20 m (plocha 0,04 ha) Stanovení počtu zkusných ploch závisí na velikosti těženého porostu. K určení počtu ploch slouží nomogram (obr. 4.28.). Středy čtverců leží vždy ve středu linky, strana čtverce je souosá s osou linky. Rozestup zkusných ploch na lince se řídí dle celkové délky linek a stanoveného počtu zkusných ploch.



Obr. 4.38. Nomogram k určení počtu zkusných ploch



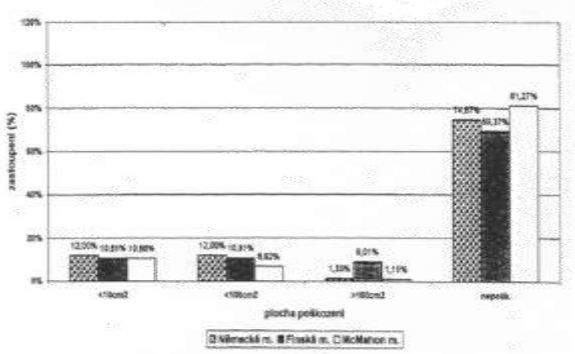
Obr. 4.39. Zkusné plochy: A-kruhová (německá metoda), B-čtvercová (upravená metoda dle ÚT LDF); C-měření hloubky koleje či rýhy

Pro hodnocení míry poškození stromů jsou posuzovány všechny stromy na zkusné ploše a do formuláře evidovány druhy poškození:

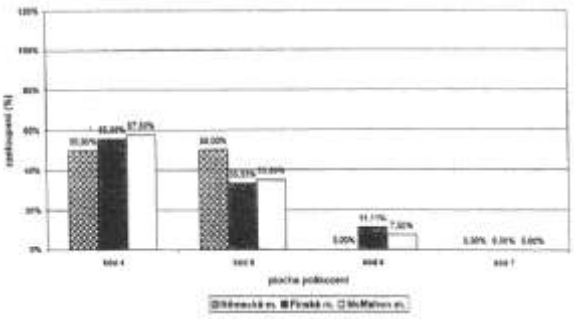
1. mechanické poškození kořenových náběhů a kmene stromu (odření, odloupnutí kůry, apod.), drobná poškození povrchu stromu s plochou do 10 cm^2
2. větší poškození stromu s plochou do 100 cm^2
3. poškození nad 100 cm^2
4. stromy bez poškození.

Je-li na jednotlivém stromě několik poškození, eviduje se každé samostatně. U jednotlivých stupňů poškození 1 – 3 se upřesňuje výška, ve které k poškození došlo mechanickým způsobem.

Hodnocení poškození půdy: každý čtverec protíná stopy kol na dvou místech, čímž se obdrží 4 měřící body, na kterých se měří hloubky kolejí a odhaduje se podíl jejich délky na celkové délce linky. Naměřené hodnoty se zapíší do formuláře, který protokoluje výsledky měření. Výsledkem je vypočítaná průměrná hloubka kolejí na linkách. Příklad grafického vyhodnocení míry poškození porostu těžbou je na obr. 4.40.1. a 4.40.2.



Obr. 4.40.1. Poškození stromů ve smrkovém porostu stáří 57 let, harvestor ROTTNE 5005, vyvážecí traktor ROTTNE SOLID F9



Obr. 4.40.2. Poškození půdy ve smrkovém porostu stáří 57 let, harvestor ROTTNE 5005, vyvážecí traktor ROTTNE SOLID F9

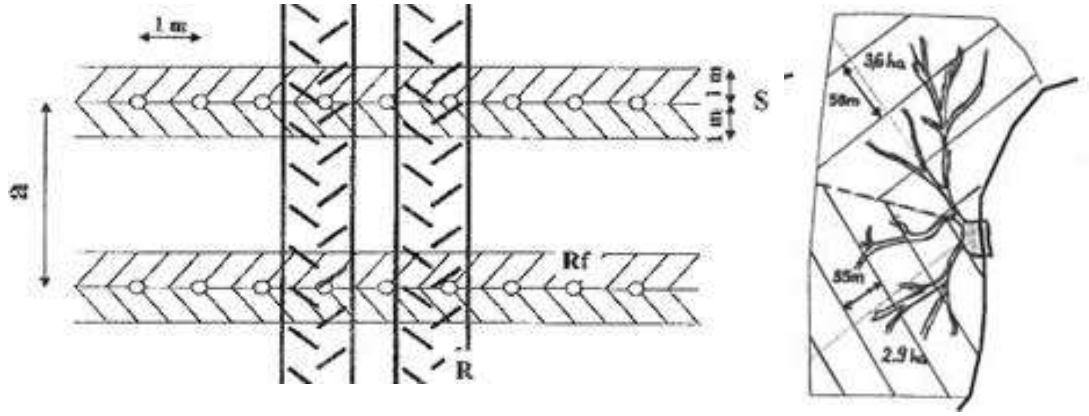
Výzkumná metoda hodnocení poškození porostů dle McMahona byla vyvinuta pro kvalitativní hodnocení půdního poškození těžbou na Novém Zélandě a v Kanadě (McMahon, 1995). Koncepce metody se zakládá na okulárním odhadnutí druhu a míry porušení půdy v měřicích bodech, které leží na kolmých liniích k přibližovacím linkám. Zjištěná poškození půdy na měřicích bodech jsou klasifikována dle kódů uvedených v tab. 4.26.

V odstupech jednoho metru je v kruhu o poloměru 30 cm (plocha 707 cm^2) odhadnuto porušení půdy a pomocí kódu jsou výsledky zaznamenány do formuláře. Na probírkové ploše je třeba posoudit nejméně 1000 bodů, aby bylo dosaženo statisticky zjištěné chyby menší 3 % (tab. 20). Pokud probírkové plochy nejsou homogenní, je třeba je rozdělit a tentýž počet bodů vyhodnotit pro jednotlivé plochy. Vyhodnocovací proces je jednoduchý a poskytuje statisticky zajištěné výsledky, které dovolují srovnávat rizika různých technologií.

V zájmu rozšíření počtu informací, získaných při zjišťování škod výzkumnou metodou Mc Mahona, byla ústavem lesnické a dřevařské techniky LDF MENDELU vypracována **modifikace McMahonovy hodnotící metody**. Tato modifikace spočívá zejména v doplnění původního souboru kritérií **poškození půdy** o tři kritéria charakterizující mechanické poškození kořenových náběhů a kmene stromu (odření, odloupnutí kůry, ap.), a to: kód 12 označuje drobné poškození povrchu stromu s plochou do 10 cm^2, kód 13 označuje větší poškození stromu s plochou do 100 cm^2, kód 13 + registruje poškození nad 100 cm^2. Je-li na jednotlivém stromě několik poškození, registruje se každé samostatně. Stromy bez poškození se registrují pod kódem 14. **Poškození stromů** jsou registrována na stromech vyskytujících se v pruhu vymezeném vzdáleností do 1 m na obě strany od vyhodnocovací linky (transektu), na kterém probíhá klasifikace škod na půdě. Registrace poškození stromů se děje kontinuálně u všech stromů vyskytujících se v daném dvoumetrovém pásu po celé délce vyhodnocovací linky.

Třída poškození	Kód	Kategorie poškození	Popis
Bez poškození	1	Bez poškození, skály, kameny, pařezy	Humus není narušen, žádné poškození půdy, žádné vrstvy klestu, zm1azení nepoškozeno, neprodukční místa
Slabé poškození	2	Humus narušen	Humus je změněn ve svém uložení a skladbě, svrchní vrstva půdy je obnažena, je však jinak nedotčena.
	3	Humus a svrchní vrstva půdy jsou promíchány	Humus a svrchní vrstva půdy jsou promíchány, půdní struktura je nezměněna.
Hloubkové poškození	4	Do hloubky 5 cm	Poškození způsobené koly, pásy, lany, kmeny, atd. Hloubka měřena od povrchu půdního valu.
	5	Hloubka 5 – 15 cm	
	6	Hloubka 15 – 30 cm	
	7	Hloubka nad 30 cm	
	8	Navrstvení minerální půdy a podloží	Navrstvení na povrchu lesní půdy, vrstvy nejsou zpevněny.
Navrstvení klestu	9	Tloušťka vrstvy do 30 cm	Lesní půdu není možné spatřit, překážky sazenicím a výsadbě.
	10	Tloušťka vrstvy nad 30 cm	

Tab. 4.26. Katalog kódů pro hodnocení poškození půdy dle McMahonovy metody



Obr. 4.41. Způsob vedení zkusných ploch u McMahonovy metody v modifikaci ÚT LDF MENDELU

Dle obr. 4.41. je zřejmé, že poškození půdy je modifikovanou metodou zjišťováno na kruhových ploškách o průměru 30 cm (Rf), zatímco poškození stromů se zjišťuje v pruhu o šířce 2 m (S) - kresba vlevo. Rozestup zkusných ploch (a) se stanoví podle velikosti porostu. V případě různé orientace přibližovacích linek (R) se porost rozdělí na homogenní části, změní se směr vedení zkusných ploch tak, aby stále zůstávaly kolmo na linky (kresba vpravo) a každá homogenní část je posuzována samostatně.

Porušení půdy a stromů po nasazení těžebních strojů se zaznamená do formuláře. Pro vyplnění formuláře je potřebný popis základních veličin a jejich zařazení do tříd dle kódů.

Chyba v %	Počet měřicích bodů
1	10 000
2	2 500
3	1 111
4	400

Tab. 4.27. Požadované počty měření podle pravděpodobnosti výskytu jevu

Počet měřicích bodů na probírkové ploše udává přesnost měření veličin (tab. 4.27.), např. při 1000 bodech leží předpokládaná chyba kolem 3 %. Měření v bodech na liniích se provádí jak před provedením probírky, tak i po zpracování.

4.7.3. Možnosti minimalizace poškozování lesních ekosystémů těžební činností

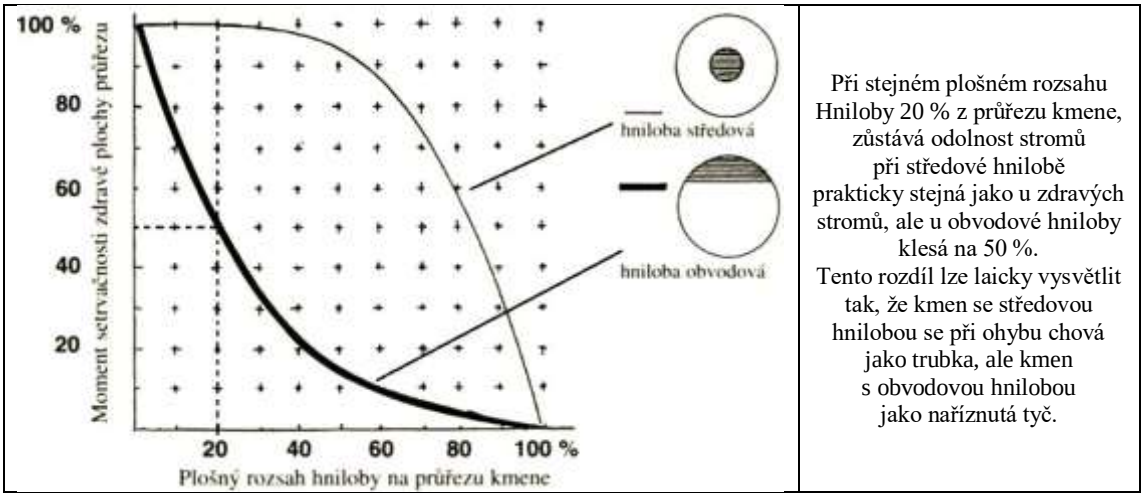
Provoz lesního hospodářství má na konstrukci strojů jen nepřímý vliv, a to stanovením požadavků na **technologické vlastnosti strojů**. Pro jejich dosažení pak volí konstruktér vhodná technická řešení – **technické parametry**. Ke snížení škod na lesním prostředí může přispět snížení hmotnosti strojů, optimalizace jejich rozměrů ve vztahu k jejich provozním parametrům (tzv. optimalizace typorozměru), snížení měrných tlaků ve stopě, omezení přenosu vibrací (přispívajících k hutnění půd), pohon více náprav, omezení prudkých změn obvodových rychlostí kol (způsobujících stržení půdního krytu), změna pracovních principů (nahrazení vlečení dříví vezením), schopnost práce strojů na technologických koridorech, snížení rizika úniku provozních kapalin atd. Pokud se týká snížení vlastní hmotnosti strojů, tak ta bývá efektivní jen u strojů pracovních, neboť u transportních strojů bývá úspora vlastní hmotnosti využita na zvýšení nosnosti.

Provozní **proces minimalizace poškozování lesních ekosystémů** má tyto logické etapy

- **prevence**, spočívající v minimalizaci rizik poškození lesního prostředí ve fázi plánování, a to vhodnou dobou provedení prací, výběrem optimální technologie, plánováním použití stroje s nejvhodnějšími vlastnostmi (konstrukční řešení stroje, vlečení dříví nebo vezení, typ a dezén pneumatik atd.).
- **důsledné řízení výroby**, mající za cíl udržení teoretických předpokladů ekologické šetrnosti, včetně **motivace pracovníků** (pozitivní – odměnami, negativní – sankcemi)

- **povýrobní úpravy pracovišť** sanující poškození, kterým se v předchozích etapách nepodařilo zabránit.

Termín povýrobní úprava svádí k názoru, že na sanaci škod je čas po skončení všech prací na pracovišti. Tak tomu ale není. **Nátěr odřených stromů** musí být proveden ihned po vzniku škody, má-li být účinný (bez ošetření vznikají v povrchové vrstvě trhliny a rány bývají poškozovány pilořitkami, čímž se plocha ran zvětšuje a nebezpečí nákazy vzrůstá. Ze všech poškození kůry je až 88 % napadeno houbami. Nákaza se šíří ročně o 30-80 cm vertikálně a 10-20 cm horizontálně. Při této rychlosti trvá rozložení 2/3 plochy příčného průřezu kmene tloušťky 10 cm 6 let, při tloušťce 20 cm 20 let a při tloušťce 30 cm 45 let. To je významné pro odhad životnosti poškozených stromů, které se lámou, když jsou 2/3 jejich průřezu shnilé. Povrchová ranová hniloba postupující z obvodu dovnitř snižuje odolnost průřezu významněji než hniloby postupující od středu kmene. Při 2/3 středové hnilobě je pevnost ještě 80 %, u povrchové hniloby však klesá na 10 %. Z uvedených poznatků lze odvodit závěr, že poškozené okrajové stromy přibližovacích linek se s velkou pravděpodobností zlomí dříve než za 30 let od jejich poškození), a protierozní opatření musí být na citlivých lokalitách prováděna průběžně a nikoliv po ukončení prací, kdy mohou škody přesáhnout hranici reversibility (ve flyšovém pásmu stačí noční liják a erozně nezajištěná přibližovací linka se změní ve vodoteč). Význam povýrobních úprav nesmí být přeceňován, aby nevznikl pocit, že je možné páchat jakékoliv škody, a pak je sanovat. Naopak je nutno je chápat jako poslední možnost nápravy škod, kterým se nepodařilo zabránit preventivními opatřeními ani kvalifikovaným řízením výroby.

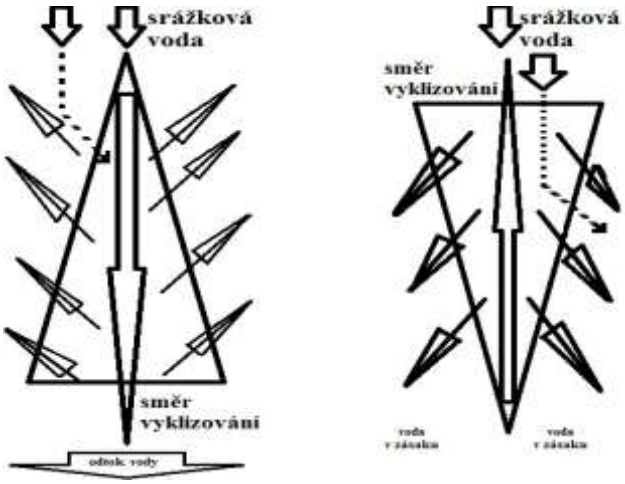


Obr. 4.42. Rozdíl v pevnosti stromů při hnilobě středové a obvodové

Zařazení porostu do časového období roku je ovlivněno jak zásadami rozdělení na zimní a letní těžbu, viz kap. 3; tak tím, že smyková pevnost kůry je v zimě 2x vyšší než v období mízy (85 $N.cm^{-2}$, proti 40 $N.cm^{-2}$, Wästerlund, 1986), a v téže relaci je i četnost poškození stromů. Přestože je četnost střetů vyklizovaného dříví se stojícími stromy v létě i zimě stejná, mají v zimě jen některé střety za následek sloupnutí kůry. Množství poletujících spor dřevokazných hub je v zimě nižší než v létě, a v zimě zasmolená poranění se později neinfikují. Proto nemají všechna zimní poranění stromů za následek napadení hnilobou. Proto by měly být výchovné těžby zařazovány přednostně do těžby v zimě.

Nejnápadnějším poškozením lesního prostředí je narušení povrchu půdy. Při soustřeďování dříví jsou půdní částice odtrhovány z půdního povrchu silami vyvolanými pohybujícími se transportními prostředky a dopravovaným materiálem, a jejich další přemisťování ovlivňuje pohyb transportních prostředků, nákladu, a voda. Tento proces se nazývá **těžebně-dopravní eroze**. Podíl narušeného půdního povrchu z celkové těžební plochy závisí na technologii. U lanových dopravních zařízení je do 2 %, u koní 6 % (kráčení koní nevytváří koleje jako kolová technika), při použití traktorů s navijákem 8-13 %, a nejvíce, až 26 % mají traktory s klešťovým závěsem, protože ty musí zajet ke každému výřezu. Při stejném podílu narušení těžební plochy je významný směr vyklizování, protože ovlivňuje rozsah **vodní eroze**. Při vyklizování dříví po svahu se erozní rýhy způsobené vlečením dříví sbíhají, a odtok srážkové vody koncentrují. Při vyklizování proti svahu se erozní rýhy rozbíhají, a srážkovou vodu

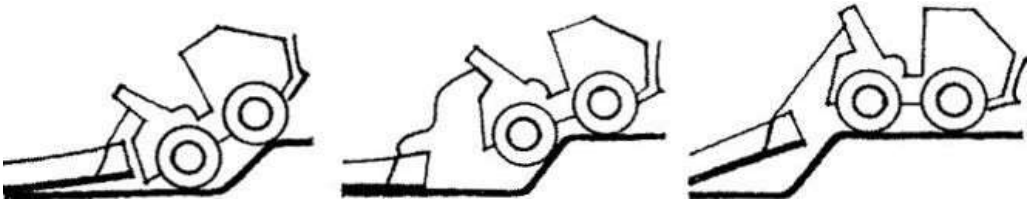
odvádějí do zásaku. Na citlivých lokalitách (při sklonu terénu nad 10 %) by proto mělo být vyklizování prováděno zásadně proti svahu, i když následné přibližování sestaveného nákladu bude po svahu.



vyklizování po svahu vyklizování proti svahu

Obr. 4.43. Rozsah vodní eroze při odlišném směru vyklizování

Narušení povrchu půdy, i její zhutnění, může na méně únosných půdách a při překonávání terénních nerovností omezit technika **lanování**, což je u traktorů s navijákem odbrzdění a spuštění nákladu na zem před obtížným místem terénu, překonání tohoto místa jízdou sólo, a následné přitažení nákladu k traktoru. Přínos této techniky je v tom, že přes méně únosné místo přejíždí prostředek bez nákladu, tedy s nižším měrným tlakem ve stopě, a že při překonávání terénních nerovností se na terén přenáší jen tažná síla nutná pro přejezd traktoru, riziko stržení půdního krytu je tak výrazně sníženo.



Obr. 4.44. Technika lanování

Narušování půdy soustřeďováním dříví vlečením je způsobováno i rytím čel kmenů. Protože tím roste potřeba tažné síly, která je u animálního soustřeďování omezená, ořezávala se čela výřezů do tvaru komolého kužele – **očelování**, a používaly se různé pomůcky jako čepce, šupky, kolesny, šupkokolesny a potahové vozy. Tyto pomůcky, v ČR málo známé, jsou v zahraničí populární a často užívané. Narušování půdy čely kmenů při soustřeďování traktory je omezeno přizvednutím nákladu a používáním některých netradičních prostředků, jako šupkonavijáku.

čepec potahová šupka potahová kolesna vyvážecí potahový vůz

Obr. 4.45. Pomůcky pro snížení narušování půdního povrchu soustřeďováním dříví

Z praxe v ČR je amatérsky vyrobitelná přibližovací šupka z gumotextilního pásu dopravníku. Dobře kopíruje terén, je lehká (může být součástí rozporky) a „samonakládací“. Při vázání úvazku ji postačí volně položit před kmen a tahem koně se čelo kmene samo nasune na gumový pás.

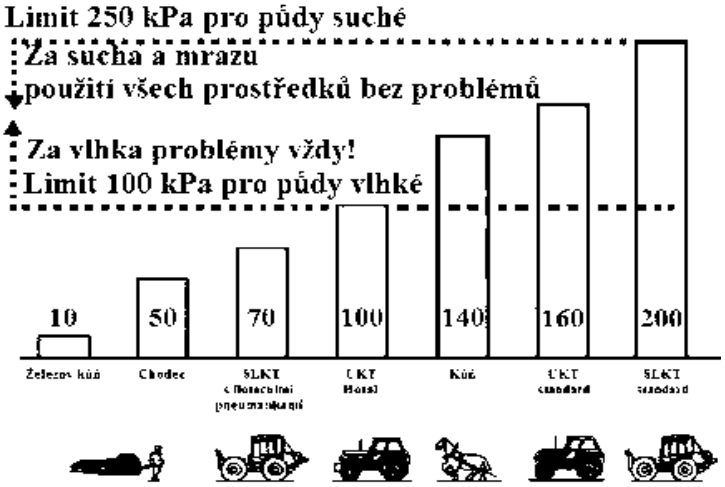
Obr. 4.46. Šupka z gumotextilního dopravníkového pásu - fáze samonakládání kmene na šupku

Zhutnění půdy má negativní důsledky vodohospodářské i produkční, ale protože je méně patrné než eroze, je mu věnována menší pozornost. Míra zhutnění pod koly strojů je úměrná tlaku huštění pneumatiky, závisí na tlaku na půdu, okamžité vlhkosti půdy, zrnitosti půdy (podílu skeletu v ní), stupni plasticity půdy, podílu výchozí pórovitosti půdy, velikosti kontaktní plochy pneumatiky s podložím a tloušťce humusové vrstvy či jiného organického materiálu (klestu). Zhutněním půdy ve stopě se vytváří **kolej**, svádějící povrchovou vodu, a tím vytvářející počátek erozní rýhy. Negativní účinek koleje je tím větší, čím je vytlačená stopa hlubší, užší, hladší (stržená prokluzem kol), a čím větší plochu odvodňuje. Nejméně škodlivé jsou koleje široké, mělké, s dobře vytvořeným profilem hrubým dezénem pneumatiky, a vedené v terénu po spádnici, aby zachytily co nejméně srážkové vody. Hloubka koleje je úměrná zhutnění půdy, a je tak svým způsobem měřítkem rizika eroze, a proto je v některých zemích ukazatelem šetrnosti transportu dříví. Ve Skandinávii se nepřipouští větší hloubka koleje než 10 cm, v SRN 15 cm. Hutněním půdy se zvyšuje vzlínání půdní vlhkosti (pozitivně se toho využívá při válení záhonů v lesních školkách), ale při soustřeďování dříví dochází k sekundárnímu zamokření porostů hromaděním vody v bezodtokých loužích na přibližovacích linkách. Protože zhutňování půdy probíhá intenzívněji a do větších hloubek při půdě vlhké, než při půdě suché, má velký význam časové období roku, ve kterém se přibližování kolovou technikou provádí. Vliv zhutnění půdního profilu na snížení produkční schopnost půdy byl prokázán v zemědělství i lesnictví, ale v zemědělství jsou možnosti obnovy vlastností půdy vyšší, a to kultivací půdy a rozrýváním podorniční vrstvy. V lesnictví je možný jen přírodní proces - promrzání a rozmrzání půdy, prorůstání kořeny dřevin a bylin, mikrobiální činnost a činnost drobných živočichů. Návrat k původním půdním vlastnostem proto trvá i 50 let. Ekologický problém je tak i problémem ekonomickým, protože dochází ke ztrátě na produkci. Největší nárůst hustoty půdy je po prvním přejezdu prostředku, a roste do pátého přejezdu. Poté se hustota půdy významně nemění. Za **kritický počet jízd** se proto považuje pět, z čehož se odvozují pokyny

a) dříví přibližovat za zámrzu, nebo v období sucha
b) na pracovišti s malou koncentrací dříví k těžbě, kde je šance použít každou linku méně než 5x, volit větší náklady dříví při menším počtu jízd
c) na pracovištích s velkou koncentrací dříví k těžbě, kde je evidentní, že každá linka bude použita více než 5x, volit menší náklady dříví a větší počet jízd.

Z provozního hlediska je třeba znát výši měrného tlaku na půdu, od které je narušení půdy nesporné. Grečenko (1963) stanovil pro zemědělskou **půdu normální vlhkosti 250 kPa**, a pro **půdu vlhkou 100 kPa**. Pro lesní půdy, které jsou převážně vlhké, se přebírá 100 kPa, což znamená, že hodnota 50 kPa, která je v terénní klasifikaci Lesprojektu hranicí únosnosti terénu, má omezenou vypovídací schopnost o únosnosti pro různé prostředky. Měrný tlak ve stopě běžných prostředků je od 100 kPa u UKT s širokými pneumatikami, po 200 kPa u SLKT, proto je zřejmé, že za sucha či mrazu lze použít kterýkoliv prostředek, zatímco za vlhka lze očekávat problémy s bořením téměř u všech. V zahraničí je třeba respektovat místní uzance, např. kanadská terénní klasifikace stanovuje přípustný měrný tlak pro půdy vlhké 20-40 kPa, pro půdy svěží 40-70 kPa, pro suché 70-200 kPa, a pro velmi suché nad 200 kPa. Pro **výpočet měrného tlaku** ve stopě terénních vozidel se bere za základ plocha otisku pneumatiky na měkké podložce, tj. při zaboření pneumatiky (pásu) o 15 % z jejího statického průměru. Pro srovnávání prostředků je lépe posuzovat měrný tlak na tvrdé podložce, protože tam dochází k menším chybám z nepřesnosti. Nižší měrné tlaky na půdu, obvykle 40-70 kPa, mají pásové podvozky s dosedací plochu 70-80 % kolmé projekce podvozku. Vozidla pro úpravu sněhu na sjezdovkách (Ratrac, Lavina) působí měrný tlak nižší než 20 kPa. Při jízdě svahem (podélné či příčné) vzrůstá zatížení jedné strany pásového podvozku až na 3,2 násobek. Poškození půdy od zatáčení vozidla má povrchový charakter a utláčení půdy do hloubky je nevýrazné. Podle fyzikálního zákona, že tlak se v plynech šíří rovnoměrně všemi směry, by se měl tlak pneumatiky na půdu rovnat tlaku huštění. Proto se vkládají naděje do nízkotlakých (flotačních) pneumatik, huštěných na 80-100 kPa (i pod 60 kPa), jejichž použitím se snižuje stlačení půdy pod koly (hlavně v povrchové vrstvě), nestrhává se travní pokryv, zamezí se vzniku úzkých a

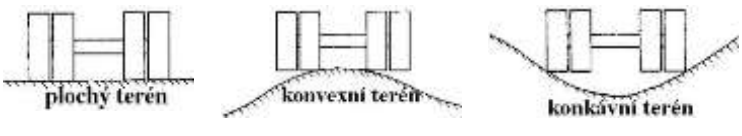
hlubokých kolejí, zlepší se přenos tažné síly, dezén pneumatiky má lepší samočistící schopnost, poškozování povrchových kořenů je nižší, zvýší se příčná stabilita stroje a jízdní komfort obsluhy (odpružení). Nevýhodou je podstatně vyšší cena a vyšší pravděpodobnost průrazu. Dosedací plocha nízkotlaké traktorové pneumatiky je obvykle 0,25-0,37 půdorysné projekce, na elastické půdě až 0,5 projekce. Při zatáčení na svazích a nerovnostech terénu může nést nejvíce zatížené kolo až 65 % celkového zatížení.



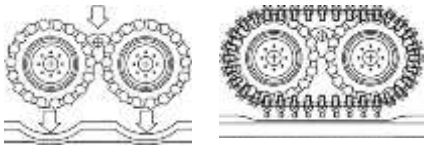
Obr. 4.47. Měrné tlaky ve stopě některých prostředků

Poháněné traktorové pneumatiky mohou překonávat hranaté nerovnosti mikroreliéfu do 1/3 svého průměru a rýhy do 1/2 průměru. Podle konstrukčního řešení křížení náprav jsou obvykle oblé překážky i prohlubně zvládnutelné do 1/4 rozchodu kol. Nízkotlaké pneumatiky mají předpokládané vlastnosti jen při huštění na předepsaný tlak, ale protože při vyšším tlaku huštění klesá riziko jejich průrazu, je v provozní praxi většina pneumatik přehuštěná. Přispívá k tomu i to, že při převozu stroje na podvalníku musí být nízkotlaké pneumatiky přehuštěny, aby byl stroj na podvalníku stabilní, a nevlnil se v zatáčkách, což by vedlo k neovladatelnosti soupravy. Po složení stroje se lehce zapomene na úpravu tlaku. Provoz zatím nízkotlaké pneumatiky neakceptoval, protože i ony způsobují zhutnění půdy, pokud je vlhká, a naopak, ani běžné pneumatiky nezpůsobují kritické zhutnění půdy, pokud je suchá či zmrzlá. Provozně lacinější a spolehlivější je respektování optimálního období pro soustřeďování dříví, než spoléhat na drahé technické řešení, závislé na spolehlivosti lidského faktoru.

Snížit měrný tlak ve stopě **dvoumontáží pneumatik** je možné, ale účinné jen v plochém terénu bez překážek. V jiných terénech nesou zátěž jen vnější, nebo vnitřní dvojice kol. Výhodou dvoumontáže je větší stabilita stroje a jeho lepší odpružení, nevýhodu je zvětšení šířky stroje i na rozměr znemožňující provoz na veřejných komunikacích, a zvětšení poloměru zatáčení, s nutností doplnit zlamovací řízení novými dorazy, aby v krajních polohách rejdu nedošlo k poškození řízení následkem zachycení kol o sebe. Řešením, snižujícím tlak kolových podvozků na půdu jsou **kolopásy**, což je přepásání zdvojené nápravy pásem z ocelových článků. V terénu toto evropské řešení umožňuje pohyb prostředku s nižším měrným tlakem ve stopě, a při přejezdu po komunikacích je možné pás sejmout. Řídící pracovník musí dbát na to, aby posádka před nasazením stroje v terénu kolopásy opět nasadila.



Obr. 4.48. Chování dvoumontáže v různých terénech



Obr. 4.49. Deformace půdy pod dvounápravou bez kolopásu a s ním

Lesní půdy jsou **elastické** nebo **plastické**, elastické se po přejezdu kola vrací do původní výšky, plastické zůstávají stlačené. Z obrázků je zřejmé, že na půdě elastické je plocha nesoucí kolo dvojnásobná, než na plastické. Protože prokořeněná povrchová vrstva půdy, pokrytá opadem se chová jako elastická, zatímco po prořízntutí povrchu linky se podkladní vrstvy půdy chovají jako plastické, propadá se kolový prostředek do hlubší a hlubší koleje, až se stane průjezd nemožný. Řídící pracovník proto nesmí připustit prořízntutí povrchu linky včasným převedením přibližování na linku jinou, či pokrytím

linky kobercem z klestu, a úpravy linky radlicí traktoru může připustit jen v nezbytném rozsahu. Vliv prokořenění vrchní vrstvy půdy na její únosnost potvrzuje zkušenost, že za stejných okolností je hloubka kolejí po soustřeďování dříví větší v bukovém než ve smrkovém porostu.

Koberec z klestu účinně rozkládá tlak na půdu a chrání i její povrch, povrchové kořeny a kořenové náběhy před mechanickým narušením. Vytváří se kácením na linku, nebo odvětvováním harvestorem nad linkou. V praxi se prokázalo, že výška koberce 15 cm (po stlačení, tj. ca 35 cm načechraného klestu) je dostatečným minimem. I v tenčí vrstvě, než jak uvedeno, však působí pokládka klestu příznivě, neboť chrání povrchové kořeny před přímým stykem s pojezdovým ústrojím, a tím omezuje jejich mechanické poškození (odření kůry). Příklad, uvedený v tab. 4.26., uvádí výsledky snížení tlaku v půdě působeného koly vyvážecího přívěsu s pneumatikami 10,5/16 Chemlon Ply Ratting a specifickým tlakem ca 0,2 MPa, a nelze jej zobecnit pro jakoukoliv situaci. Na účinnost koberce klestu totiž působí vedle výšky jeho vrstvy velikost, huštění a zatížení kol, terén, stav půdy, atd.

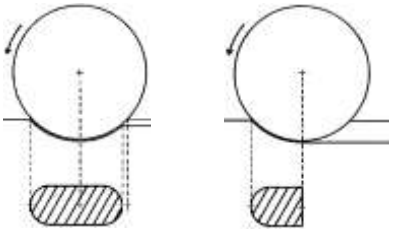
Povrch půdy	Průměrné hodnoty půdních tlaků při četnost pojezdů (MPa)			
	2 pojezdy	4 pojezdy	6 pojezdů	10 pojezdů
bez pokryvu klestem	0,09	0,09	0,10	0,11
pokryv klestem – výška vrstvy 20 cm po stlačení	0,03	0,04	0,07	0,06

Tab. 4.28. Příklad snížení okamžitých půdních tlaků vlivem působení koberce klestu –

Na zcela neúnosných úsecích, nebo tam, kde klest chybí, lze použít přenosné **plastové rohože**, dimenzované na bodové zatížení 8 tun, což je dostatečné pro všechny přibližovací a vyvážecí traktory.

půda elastická půda plastická

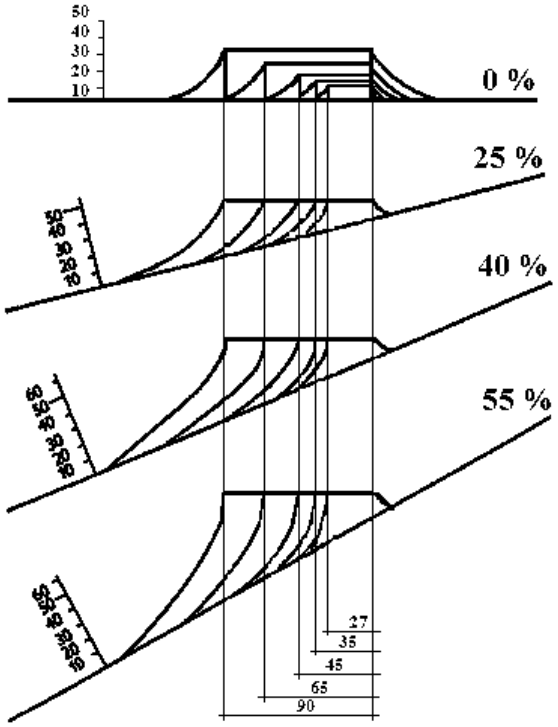
Obr. 4.50. Stav půd po přejezdu techniky



půda elastická půda plastická

Obr. 4.51. Chování půd pod zatížením

Světlost stroje, jako výška podvozku nad terénem, umožňuje překonávat terénní nerovnosti, ale v žádném případě neřeší boření stroje. Pokud se stroj boří, je to důkaz, že měrný tlak ve stopě stroje je vyšší než únosnost půdy, a nikoliv, že stroj má nízkou světlou výšku! Bohužel, čím větší je světlá výška stroje, tím hlubší koleje může vytvořit, je-li použit na neúnosném terénu. Rozumná světlá výška stroje je dána kombinací sklonu terénu a výšky pařezů, jako terénních překážek, které musí stroj překonat. Na rovině a ve sklonu do 25 % je i při tloušťce stromů na pařezu 90 cm výška pařezů do 30 cm, což znamená, že 30 cm jako světlá výška UKT je dostatečná. Ve sklonu 40 % je výška nejtlustších pařezů do 50 cm, takže světlá výška 50 cm běžných SLKT je dostatečná, a UKT v této sklonové kategorii nemají co dělat. Až ve sklonech nad 55 % dosáhne výška nejtlustších pařezů 60 cm, což je více než světlost běžných SLKT, ale ve sklonech nad 40 % by měla být používána lanová dopravní zařízení, pro které není výška pařezů omezující.



Obr. 4.52. Vztah mezi sklonem terénu a výškou pařezu

Otisk pneumatiky by měl být mělký a dobře vyprofilovaný. **Úhel lamel šípového dezénu pneumatiky** 90º a ostřejší, je poměrně agresivní (při prokluzu vytváří hladký profil koleje), ale dobře zachycuje bočních sily při jízdě šikmo svahem a při sjetí z překážky (pařezu). Úhel tupější než 90º je kompromisem mezi zachycováním bočních sil, směrovou stabilitou a agresivitou vůči terénu. Ostatní dezény (pásové, s lomenými lamelami) jsou šetrnější k půdě, ale jejich boční vedení stroje je horší. Proto se nepoužívají na SLKT, ale jen u vyvážecích traktorů, které jsou určeny pro jízdu v nižším příčném sklonu.

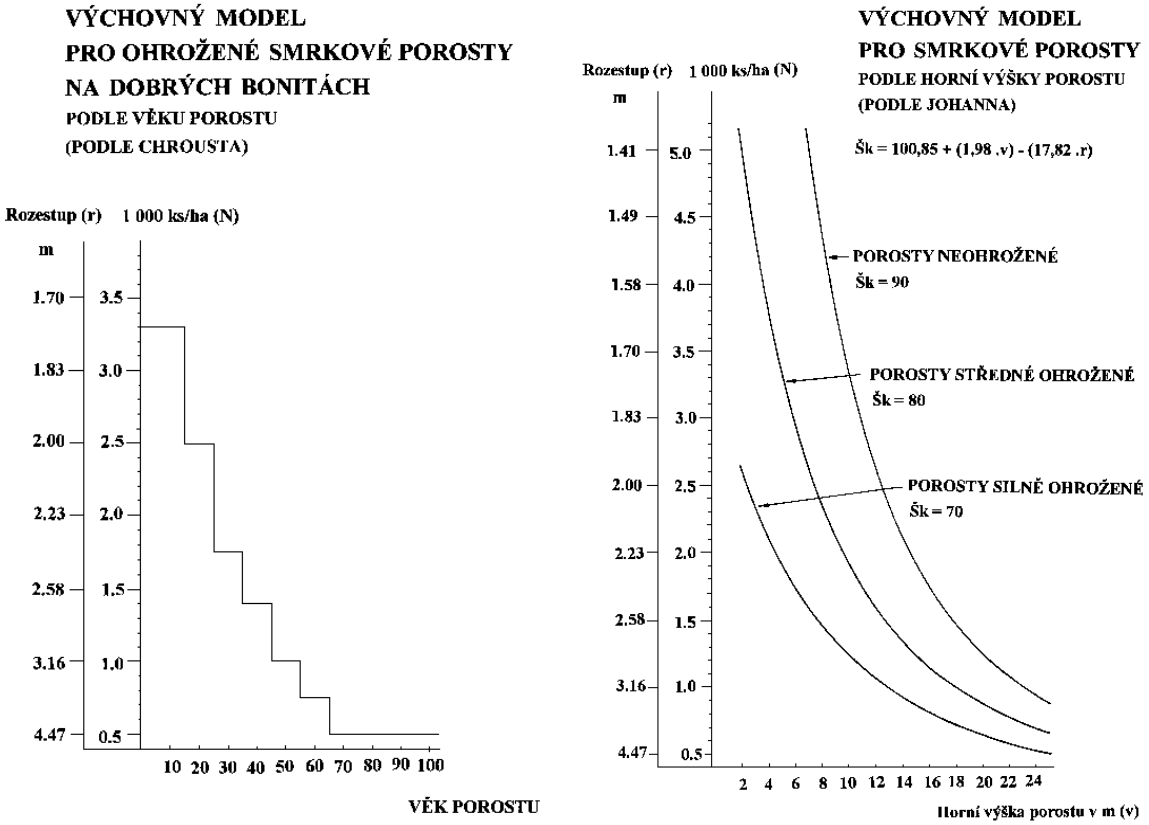
Příčinou poškozování povrchu přibližovacích linek a stromů v jejich blízkosti je i přetěžování traktorů, zejména SLKT. Tabulka obsahuje orientační hodnoty, i nepřijatelnost soustřeďování dříví za vlhka v některých sklonech.

Traktor Náklad	Podélný sklon v % + stoupání, - klesání	Příčný náklon do 10 %		
		Sucho	Mokro	Sníh
LKT 81 kmeny	+ 20	1,2	-	-
	+ 10	1,6	-	2,1
	0	2,3	2,1	3,0
	- 10	3,0	2,9	3,9
	- 20	3,9	3,8	4,8
	- 30	5,0	4,8	-
	- 40	6,0	-	-
LKT 81 stromy	+ 20	0,7	-	-
	+ 10	1,0	-	0,7
	0	1,6	0,8	2,7
	- 10	2,2	2,1	3,8
	- 20	3,1	2,9	4,9
	- 30	4,1	3,8	-
	- 40	5,2	-	-

Tab. 4.29. Orientační hodnoty hmotnosti nákladu dlouhého dříví (v tunách), podle POPELKY, 1983

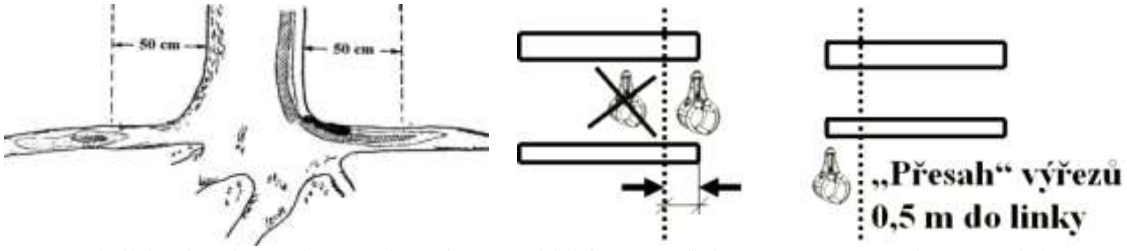
Častou příčinou **poškození stromů** ve výchovných těžbách bývá přehnaná úzkostlivost při stanovení **šířky přibližovací linky**. Ve smrkových porostech o výšce 12 m, což odpovídá 40 let starému porostu, je totiž průměrný rozestup stromů nad 3 m, a ve věku 50 let už ani 4 m linka nevytvoří mezeru v korunách stromů. Linky o šířce 3,5-4,0 m, vyhovující většině těžebních technologií, tedy nejsou na újmu

pěstování lesů. Provozní zkušenosti s harvestory prokázaly, že stroje široké cca 2 m, projížděly již při prvních těžebních zásazích bez jakýchkoliv problémů kdekoliv porostem.



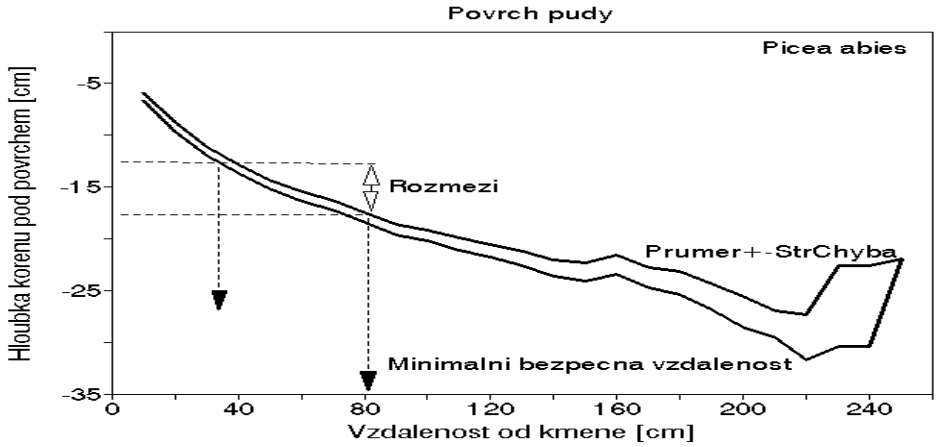
Obr. 4.53. Výchovné modely jsou vodítkem pro šířku linek a intenzitu zásahu

U poškození stojících stromů je významný nejen jeho rozsah, ale i důsledky. Při poškození povrchu kmene (stržením kůry, odřením dřeva) se následná hniloba šíří od povrchu do středu kmene, a stabilita stromu je narušena významně. Při poškození kořenů ve vzdálenosti větší než 50 cm od kmene je šance, že následná hniloba, šířená kořeny nevystoupí výše, než do výšky pařezu, a jsou-li poškozeny kořeny blíže než 50 cm od kmene, následná hniloba se šíří středem kmene, a nastává sice ztráta kvality dříví, ale stabilita porostu se mění pomalu, viz obr. 4.53. Vzhledem k tomu, že rychlost postupu hniloby ve kmeni klesá s věkem stromu, má vytyčení příliš úzké linky v nejmladších porostech nejzávažnější následky. Modelová šířka linky by měla být stanovena podle úvahy: šířka stroje, např. 250 cm, k tomu na každou stranu stroje pro omezení škod na stojících stromech po 50 cm – tj. 100 cm, a u vyvážečů dalších 50 cm na každou stranu jako prostor pro manipulaci s drapákem (dříví má vyčnívat 50 cm do profilu linky, aby operátor nesahal do porostu, s rizikem poškození stromů na okraji linky), tj. dalších 100 cm. Při šířce prostředku 250 cm, je tedy výsledná minimální šířka linky pro traktory s navijákem 350 cm, a pro vyvážeče 450 cm. Potřebnost rozšíření linky o ca 50 cm na obě strany od obrysu stroje zejména u mělce kořenících dřevin lze odvodit i z obr. 4.55.



šíření hnilob při poškození kmene a kořenů faktické zúžení linky pro vyvážeč přesahem výřezů do linky

Obr. 4.54. Východiska pro stanovení šířky linky

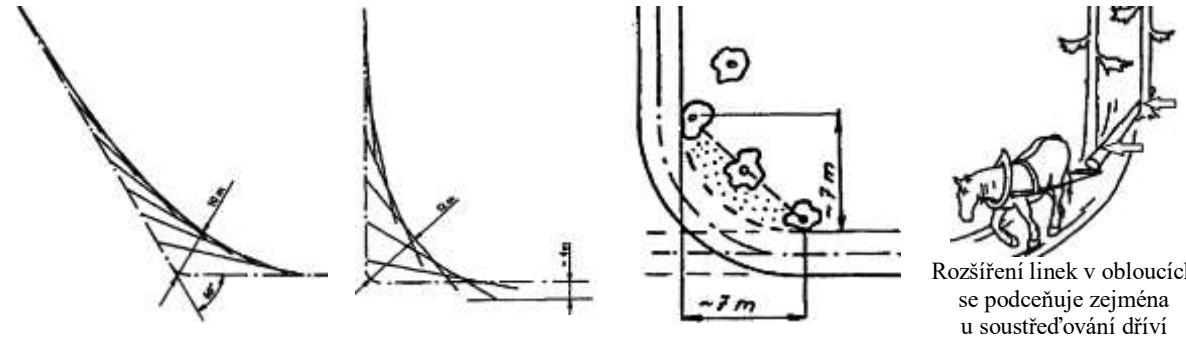


Obr. 4.55. Průběh hloubky kořenů smrku pod povrchem půdy

Linky v příčném sklonu by měly být přiměřeně širší, protože kabina stroje v náklonu může odírat stromy. Pro omezení tohoto jevu jsou lesní stroje zužovány směrem vzhůru (UKT zpravidla nikoliv), a sortimentní vyvážeče mají klanice vyhnuty dovnitř, aby při přípustném náklonu stroje nepřesahovaly půdorysný průmět (viz obr. 4.46.).

Obr. 4.56. Konstrukce strojů, omezující škody na okrajových stromech linek

Přiměřené rozšíření linek je nutné i ve směrových oblucích a na výjezdech z linek na skládky. Ve výchovných těžbách na rovinách, při přibližování surových kmenů v celých délkách je při vyústění linky na skládku pod úhlem 60° nutné rozšíření na 10 m, a při vyústění pod úhlem 90° na 12 m. Pokud se uvažuje s vyústěním na obě strany cesty (což je provozně praktické), je nutné poloviční rozšíření na obě strany. Postupné rozšiřování linky musí začít nejméně 7 m před lomem trasy. Z těchto pokynů jednoznačně vyplývá, že klikaté trasování linek s cílem vyhnout se nadějným skupinám stromů (typické zejména pro soustřeďování dříví koňmi), je kontraproduktivní, a že šetrnosti přibližování dříví včetně jeho vyvážení nejlépe vyhovuje co nejpřímější směr linek.

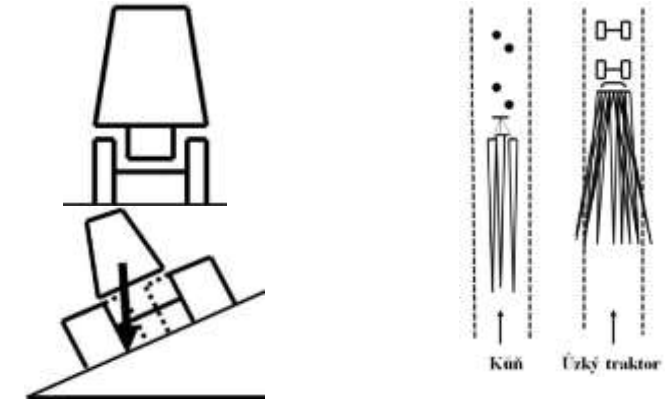


Rozšíření linek v obloucích se podceňuje zejména u soustřeďování dříví koňmi

Obr. 4.57. Rozšíření linek ve směrových obloucích a výjezdech na skládky

Objektivní potřeba relativně širokých linek vyvolává čas od času požadavek na zúžení strojů, opírající se o poznatek, že pro soustřeďování dříví koňmi postačují linky užší. V provozu se pak objeví na nějaký čas malotraktory vybavené pro soustřeďování dříví, ty se neosvědčí, a koloběh se opakuje. Začarovaný kruh nesmyslných požadavků a zbytečného vývoje je výsledkem nepochopení několika faktorů: Princip pohybu koně je kráčení, zatímco u strojů pojezd. Kůň se proto bez výraznějších problémů může pohybovat i v příčném sklonu terénu, zatímco stroj ve stejných podmínkách potřebuje pro udržení příčné

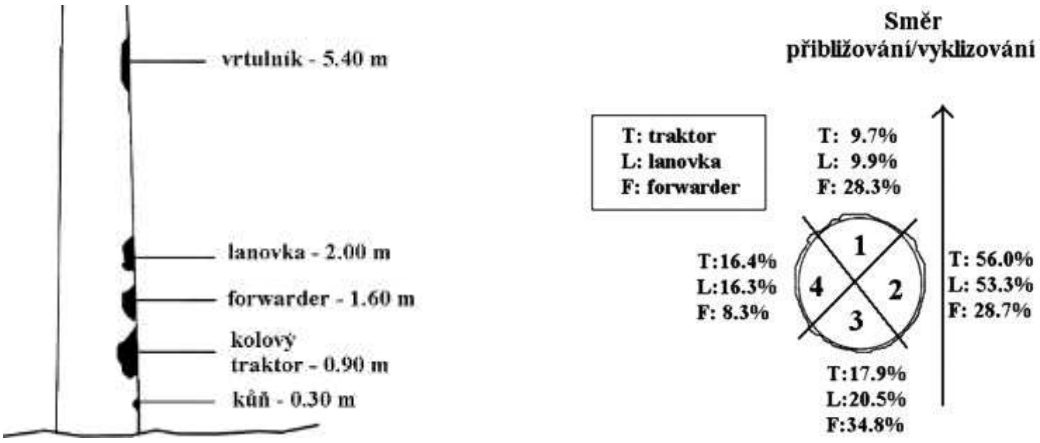
stability široký rozchod a široké pneumatiky. Při zužování traktoru se ale nejdříve zúží rozchod, a protože je nutné zachovat alespoň minimální rozměry kabiny pro udržení deformační zóny, zúží se i pneumatiky. Úzký traktor na úzkých pneumatikách má pak vyšší měrný tlak ve stopě než UKT a horší stabilitu. Často pak dochází k převracení malotraktoru i na rovinách při najetí na běžnou překážku. Další rozdíl mezi koněm a malotraktorem je v tažné síle. Trvalá tažná síla koně odpovídá na rovině v létě nákladu 0,25 m^3 čerstvého smrku, což jsou v předmýtních těžbách maximálně tři surové kmeny, které při vlečení koněm zůstávají v ose linky. Ale náklad za malotraktorem je větší, kmeny nákladu se při vlečení vějířovitě rozevírají a odírají okrajové stromy linky. Teoretických výhod úzkých traktorů tedy nemůže být nikdy dosaženo.



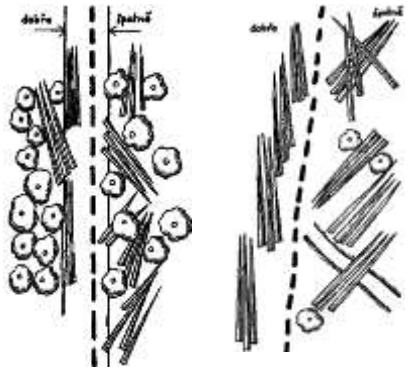
ztráta příčné stability traktoru zúžením pneumatik

Obr. 4.58. Rozdíly mezi soustřeďováním dříví malotraktorem a koněm

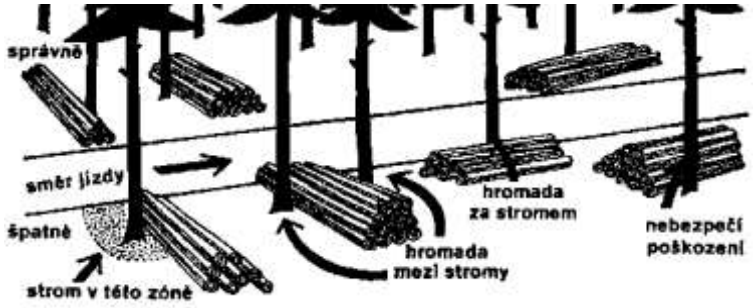
Výška poškození stojícího stromu v porostu po ukončení výchovné těžby a soustřeďování dříví, a **segment poškození** stromu, korespondují s technologií soustřeďování dříví. Ve znalecké praxi lze podle nich identifikovat způsob přibližování, případně u dodavatelsky provedených prací odhalit nedohodnuté způsoby soustřeďování dříví (ve skutečnosti traktor, místo zaplaceného koně). Nejblíže země je odření dřívím soustřeďovaným koňmi, protože je vlečeno po zemi bez přizvednutí. Výše jsou stromy odřeny přizvednutým soustřeďovaným dřívím a pneumatikami traktorů, a ještě výše je poškození způsobené pneumatikami a ložnou plochou vyvážečů. Nejvýše jsou škody způsobené vytáčením dříví pod nosné lano lanových dopravních zařízení. Nad nimi může být jen poškození dřívím zdvihaným vrtulníky. V předním a zadním segmentu (ve směru soustřeďování) převládají škody způsobené při nakládání dříví na vyvážeče, ve vnitřním a vnějším segmentu převládají škody způsobené traktory a lanovými dopravními zařízeními. Rozsah poškození stojících stromů při soustřeďování vyvážeči závisí na přípravě dříví (snášením, harvestorem, svazkováním).



Obr. 4.59. Lokalizace škod na stojících stromech podle technologií

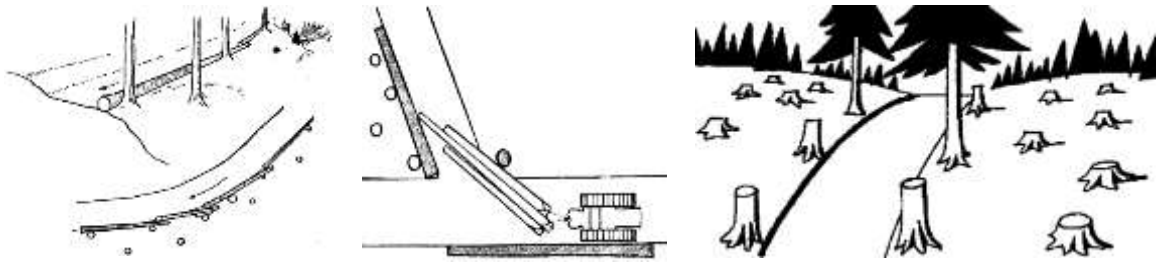


Obr. 4.60. Příprava dříví pro vyvážeč s klembankem



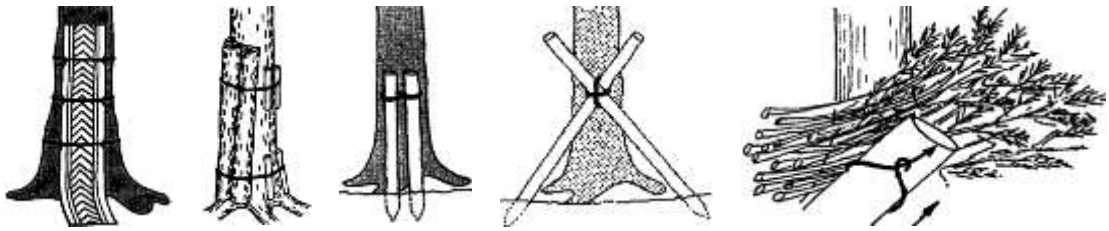
Obr. 4.61. Příprava dříví pro sortimentní (klanicový) vyvážeč

Ani při optimální šířce přibližovací a vyvážecí linky nelze úplně zabránit kontaktu soustřeďovaného dříví s okrajovými stromy porostu, a to hlavně ve směrových obloucích a příčných sklonech terénu, kde dochází k bočnímu odvalování přibližovaných kmenů. Proto je nutné okrajové stromy chránit před poškozením některou z jednoduchých a laciných metod.



lemování trasy dočasně odloženými výřezy | ochrana lomů trasy dočasně odloženými výřezy | ochrana budoucí mlaziny vyššími pařezy - odrazníky

Obr. 4.62. Ochrana stojících stromů



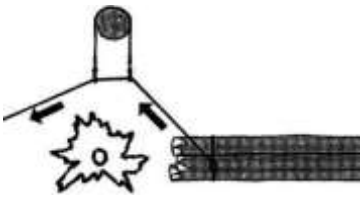
Obr. 4.63. Individuální ochrana okrajových stromů linek jednoduchými metodami

Argumentace, že ochrana stromů před odřením zdržuje při práci a je nákladná, neobstojí při pohledu na tabulku 4.2, dokumentující, že hniloba do výše 2 m snižuje výtěž kulatiny o 18 % a do 5 m o 39 %. Při cenách dříví roku 2012 činilo snížení tržeb za 1 m^3 při hnilobě do 5 m přes 550 Kč, což je při 300 m^3/ha ztráta 165 tis. Kč. Výsledky národní inventarizace lesů v ČR (2001-2004) udávají, že v důsledku poškození těžbou, přibližováním, loupáním a ohryzem spárkatou zvěří je hnilobou narušeno 22,1 % stromů. Je tak evidentní, že z ekonomického hlediska se vyplatí ochrana každého stromu. Jednotlivé stromy porostu nelze chránit technickými metodami, ale riziko jejich poškození lze omezit technikou práce. Ideální je použití otevírací kladky na textilním úvazku, nebo seilrolle (žabkokladka či kluzákokladka). Praxe je ale nahrazuje krátkým úvazkem s kluzáky, lomem lana v kluzáku (žabce), nebo pouhým přehozením lana za pařez. Výborným řešením jsou přenosné kovové zábrany „X“, které jsou v SRN součástí povinné výbavy traktoru.

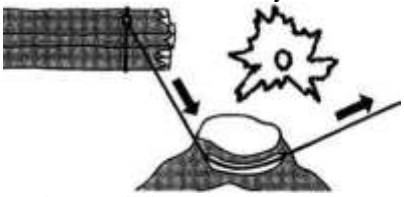
otevírací kladka
na textilním úvazku

kluzákokladka
na lano navijáku

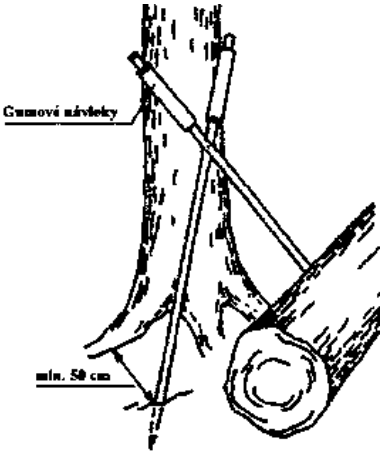
změna směru vyklizování
lomem lana v kluzáku



úvazek s kluzáky



lano navijáku přehozené za pařez

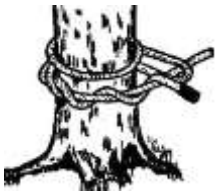


přenosné kovové „X“

Obr. 4.64. Technika vyklizování a příslušné pomůcky

Zvláštní skupinou ohrožených stromů jsou **stromy u skládek dříví**, k nimž jsou bez jakékoliv ochrany navalovány výřezy (měly by být do výšky uloženého dříví chráněny alespoň přivázanou tyčí), **kotevní stromy** lanových dopravních zařízení (vázání ocelového lana přímo na strom může být trpěno jen v případech, kdy je strom vyznačen k těžbě; pokud má zůstat zachován, měl by být chráněn), a **stromy**, na které jsou **vázány směrové** a výškové **kladky**. Ty by měly být vázány s použitím ochranného límce, nebo s použitím nekonečného textilního úvazku, který je lehčí a snáze se s ním manipuluje. Vždy by měl být vázán do směru výslednice sil, protože pokud se do směru výslednice sil tahem lana protočí, může strhnout kůru stromu (zejména v míze).

ochranný límec

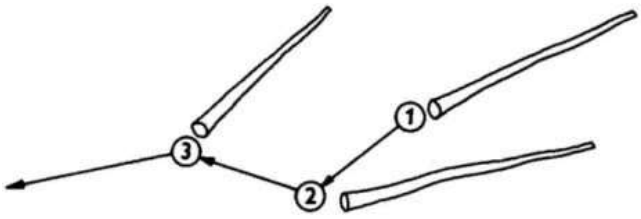


kotevní strom vyznačený k těžbě

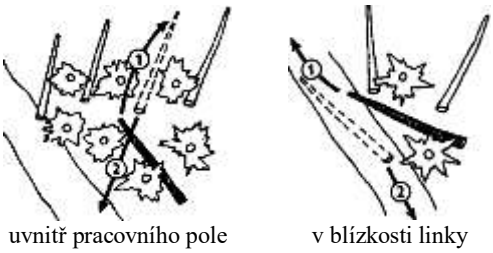
chráněný kotevní strom

Obr. 4.65. Ochrana stromů u skládek a kotevních stromů

Postup soustřeďování je takový, že nejdříve se soustřeďují kmeny (výřezy) ležící na lince a blízko linky, a poté se postupuje k nejvzdálenějším místům porostu. Nutné je směrové kácení a při vykacování linek i kácení úrovňové. Nikdy se nevyklizuje přes ležící kmeny, a kmeny neležící v ideálním směru vyklizování se do něj nejdříve přetočí.



Obr. 4.66. Sestavení nákladu u tenčích dimenzí



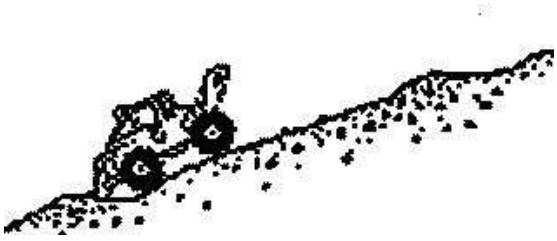
uvnitř pracovního pole v blízkosti linky

Obr. 4.67. Přetáčení kmene do směru vyklizování

Lesní porosty bývají protkány trvalými i dočasnými vodotečemi, které je nutné překonávat po mostcích, či dočasně vložených ocelových troubách (po ukončení přibližování převezených na další pracoviště), nebo alespoň po jednoduše upravených přejezdech (dočasným podélným vložením soustřeďovaných výřezů do vodoteče, které umožní protékání vody). Brodění traktorů přes potok je třeba vyloučit, protože je hrubým zásahem do vodoteče. K narušení vodního režimu porostu může dojít i vložením svážnic a přibližovacích linek, představujících sběrnou síť pro srážkovou vodu. Aby voda tekoucí po povrchu linek nedosáhla unášecí rychlosti, přerušuje se linka vždy po určité vzdálenosti příčnou stružkou vyhloubenou radlicí traktoru, která odvede vodu do zásaku. Odvodňovací stružky se hloubí tak, aby je

bylo možné traktorem přejet. Rozestup stružek je poněkud užší než je doporučený u svodnic na lesních komunikacích (viz kap.14.) a řídí se sklonem terénu.

Obr. 4.68. Dočasná úprava přejezdu přes vodoteč



Obr. 4.69. Odvodňovací rýhy (kynety) na přibližovacích linkách

Sklon linky	Rozestup kynet
2 %	75 m
5 %	40 m
10 %	25 m
15 %	18 m
20 %	13 m
25 %	10 m

Tab. 4.30. Doporučené rozestupy odvodňovacích kynet na linkách

4.8. Certifikovaná metodika kontrolní činnosti škod způsobených těžební činností

Negativní dopady provozu těžebně – dopravních technologií na lesní prostředí, tak jak byly charakterizovány v předchozí kapitole č. 4.7. jsou nespornou realitou, se kterou se lesní hospodářství s různou mírou úspěchu musí vyrovnávat. Až doposud však neexistoval v ČR metodický či jiný podkladový materiál, který by stanovil konkrétní přípustné limity těchto poškození. Při hodnocení míry poškození (zejména tvoření rýh a kolejí v půdě) byly používány některé zahraniční údaje, které zpravidla pracovaly s hodnotami max. přípustné hloubky kolejí v půdě okolo 15 cm.

Na základě dlouhodobých vědeckovýzkumných šetření LDF MENDELU byla v roce 2013 péčí ústavu lesnické a dřevařské techniky a ústavu geologie a pedologie navržena metodika, jejímž cílem je **stanovení kritérií přípustného poškození půdy** a lesního porostu působeného v důsledku provozování těžební činnosti, vytvoření systému detekčních ukazatelů optimalizace výrobních technologií z hlediska minimalizace nežádoucích účinků i technicko-ekonomických parametrů, a to diferencovaně podle aktuálních přírodně – výrobních podmínek. Metodika byla předložena Ministerstvu zemědělství ČR k certifikaci pod názvem „*Certifikovaná metodika ukazatelů a systému technologických postupů v rámci těžební činnosti a udržitelného využívání lesních ekosystémů*“. Ministerstvo zemědělství po úspěšném procesu certifikace vydalo osvědčení 49166/2013-MZE-16222/M66.

V neposlední řadě je cílem metodiky dodržení požadavků § 34 odst. 1 a 2 zákona č. 289/1995 Sb., o lesích, a to:

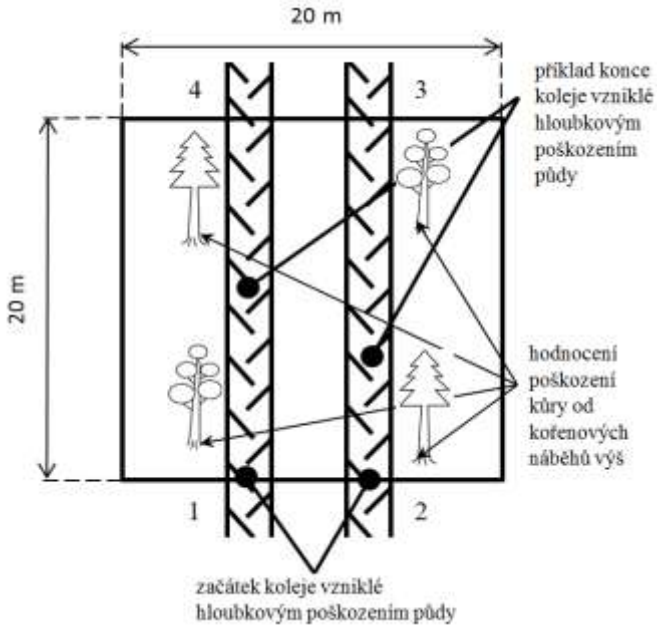
1. Přibližování, uskladnění a odvoz dříví musí být prováděny tak, aby nedocházelo k nepřiměřenému poškozování lesa a ostatních pozemků
2. Výstavba a údržba přibližovacích a vyvážecích linek, lesní dopravní sítě a ostatních zařízení v lesích nesmí působit ohrožení stability lesních porostů, zvýšené nebezpečí eroze nebo nepřiměřené poškození půdy a vodního režimu v daném území.

V této souvislosti je **třeba především jasně deklarovat, že součástí těžebních činností a soustřeďování dříví jsou i potěžební úpravy**, v rámci kterých dochází k úpravám terénu do stavu, který nepředstavuje ohrožení funkcí lesů jako složky životního prostředí, tj. **veškerá hodnocení musí být prováděna po dokončení potěžebních úprav**.

V daném kontextu **je třeba definovat především situace, kdy vznik rýhy není považován za nepřiměřené poškozování lesa a ostatních pozemků.**

Vlastní metodika využívá postupů, které již byly charakterizovány výše v kap. 4.7.2. Škody jsou zjišťovány na čtvercových zkusných plochách (obr. 4.39. a 4.70.), jejichž počet je odvozen z velikosti těženého porostu – viz nomogram na obr. 4.38. Výběr ploch se stanoví úměrně tak, aby byla zachována reprezentativnost podle stavu poškození půdy a lesního porostu.

Na těchto plochách jsou hodnoceny všechny stojící stromy (poškozené i nepoškozené) a zjišťuje se hloubka kolejí měřená od povrchu terénu. K danému účelu **hodnocení škod na půdě a porostu** se **postupuje na formulářích** (viz Přílohy: 1. Poškození půdního povrchu a stromů provozem těžebně dopravních strojů; 2. Protokol o předání a převzetí pracovišť; 3. Předávací protokol o provedené probírce).



Obr. 4.70. Detail zkusné plochy na vyvážecí lince

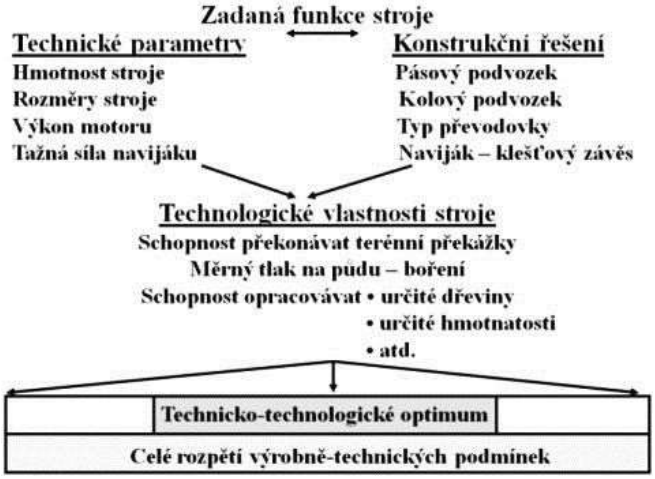
Metoda hodnocení poškození půdy je tedy založena na kontrole hloubek a délek kolejí a rýh, způsobených těžebními stroji a technologiemi (obr. 4.70.). Dále je posuzován průsak vody, tj. stojí-li voda v kolejích, nebezpečí eroze, druh půdy (jílovitá, hlinitá, atd.), její vlhkost (suchá, čerstvá, mokrá, nasycená), odhadnutí počtu jízd s nákladem na lince (pokud je to možné). Vyhodnocování se provádí asi **dva týdny po skončení navržených asanací** majitelem lesa na těžebních plochách, přibližovacích a vyvážecích linkách. Délka kolejí se měří ve čtvercích mezi body 1-4 a 2-3 v max. délkách po 20 metrech, pokud je tato konstantní. Vyskytuje-li se v této délce hlubší kolej, odměří se délka mělké koleje až k začátku hlubší koleje. Koleje se změří metrem či jinou pomůckou po jednotlivých čtvercích. Hloubky a délky kolejí se zaznamenávají do zápisníku (Formulář pro záznam poškození půdního povrchu a stromů). Hloubka koleje se měří k rostlému, neporušenému (ne vytlačenému) povrchu. Součet délek všech kolejí na lince představuje 100 %. Z této celkové délky se vyjádří v % jednotlivé podíly délek různě hlubokých kolejí.

Nejvýznamnější částí metodiky jsou tabulky, obsahující **limitní parametry poškození půdy**, a to diferencovaně vzhledem k místním stanovištním podmínkám (LVS, nadmořská výška, sklon svahu linií, SLT a úhrn srážek) – viz **tabulky v přílohách č. 4 – 6**. Z hloubek kolejí je tedy odvozena přibližná míra porušení povrchu půdy, ze které lze usoudit, zda toto poškození je ještě přijatelné či již nikoliv. Je zřejmé, že rozhodné velikosti hloubek se v závislosti na SLT, na svahu atd. mění, a **mohou dosáhnout hodnot od 7 do 25 cm**.

Pro zlepšení kvality práce a snížení škod v lesních porostech, včasnou a úplnou přípravu porostů, je nezbytné vypracování „smlouvy o strojním zpracování probírky.“ Podle ní operátoři získají předem důležité rámcové informace o konkrétním pracovišti. Po skončení výchovného zásahu dodavatelské firmy s příslušným lesním provozem vyhotoví „předávací protokol o provedené probírce“. Jeho součástí bude konkrétní posouzení kvality odvedené práce s důrazem na bezeškodné postupy a konečné finanční vyrovnání.

4.9. Vliv technických parametrů strojů na jejich technologické vlastnosti

Každý stroj používaný v lesní výrobě je konstruován pro plnění určité funkce, a kvalita plnění této funkce rozhoduje o jeho použitelnosti a zařazení do technologie v konkrétních výrobně-technických podmínkách. Při pořízení stroje a jeho zařazování do provozu se nehodnotí jen jeho **technické parametry** (rozměry, hmotnost, výkon motoru) a **konstrukční řešení** (podvozku, převodovky), aniž by se neposuzovalo, jaký vliv budou mít na jeho použitelnost - na **technologické vlastnosti** (odvětvovacím strojem LOGMA nelze odvětvovat tyče, s JMP nejnižší hmotnostní a výkonové kategorie nelze kácet přestárlé listnaté porosty). Provoz lesního hospodářství (zákazník) formuluje základní požadavky na stroj: co má vykonávat a v jakých podmínkách. Podle tohoto hledá konstruktér vhodná konstrukční řešení stroje, a jeho technické parametry. Ty se vzájemně ovlivňují, a výsledkem jsou technologické vlastnosti stroje. Prakticky nikdy nemůže být stroj schopen obsáhnout celé rozpětí výrobně-technických podmínek, ale má své **technicko-technologické optimum** (tím i optimum ekonomické a optimálně vyhoví podmínkám bezpečnosti práce) jen v určitém **rozpětí výrobně-technických podmínek** (sklon terénu, únosnost půdy, hmotnatost těžených stromů). Mimo něj je použitelný buď kompromisně, při poklesu výkonnosti a kvality práce, zvýšení nákladů na výrobu a rizika úrazu; nebo není použitelný vůbec, při únosnosti půdy nižší než je měrný tlak ve stopě se stroj zaboří, při vyšším sklonu terénu než je statická stabilita se převrátí atd.



Tab. 4.29. Vliv technických parametrů a konstrukce stroje na jeho technologické vlastnosti

Technologická pružnost je souhrn technologických vlastností stroje, odvozených od jeho technických parametrů a konstrukce, umožňující jeho použití v různých operacích a technologiích. Jednoduché, víceúčelové, či univerzální stroje mají zpravidla velkou technologickou pružnost při nižší výkonnosti (motorová pila); a naopak jednoúčelové stroje mívají vysokou výkonnost, ale jen v úzkém rozpětí použitelnosti - mají nízkou technologickou pružnost (kácecí stroj). Stroje s vyšší technologickou pružností jsou méně náročné na přípravu a řízení výroby, i méně citlivé na chyby a omyly při jejich nasazení, protože jejich univerzálnost znamená i schopnost vyhovět protichůdným požadavkům. To vysvětluje, proč jsou stroje s vyšší technologickou pružností v provozu lesního hospodářství oblíbené; a proč se zařazují stroje s nižší technologickou pružností do specializovaných středisek, nebo jsou využívané jen na velkých lesních majetcích. **Technologická setrvačnost** je používání určité technologie, přestože pro její užívání pominuly rozumné důvody, např. manipulace tenkého dříví z probírek na skladech.

Motorové pily jsou stroje s nejvyšší technologickou pružností, použitelné ve všech těžebních metodách; v prořezávkách, předmýtních, mýtních i nahodilých těžbách; ve všech dřevinách a v operacích kácení, odvětvování, vyvětvování, příčné přeřezávání i podélné dělení, a s adaptéry i v dalších činnostech (kácecí polštář – přetlačování stromu do směru pádu, naviják – vyklizování dříví a vyprošťování, adaptér Logosol – výroba řeziva). Rozhodování se proto omezuje jen na výběr vhodné hmotnostní a výkonové kategorie pily.

U **kácecích strojů** není podstatné, zda jde o speciální stroj či základový stroj s adaptérem. Významný je typ podvozku a jeho konstrukce, ovlivňující průchodnost stroje terénem v závislosti na únosnosti

půdy, členitosti terénu a sklonu svahu. Zjednodušeně platí, že do neúnosných plochých terénů jsou vhodnější pásové stroje, a do členitých, únosných terénů stroje kolové. Důležitá je konstrukce kácecího zařízení, protože stříhací zařízení působí podélné praskliny v těženém dříví, a proto je použitelné jen při těžbě vlákninového a energetického dříví. Rozhodující je způsob práce (daný konstrukcí stroje) a z toho vyplývající požadavky na pohyb stroje terénem! **Káceč-usměrňovač** (často adaptér na čelním nakladači), se používá v extenzívních těžbách, ve kterých oddělí strom od pařezu a pojezdem usměrní jeho pád. Mimo strojů MAKERI a BOBCAT, vyvážejících stromy ve vertikální pozici, není káceč-usměrňovač schopen stromy zdvíhat, a tím ani svazkovat. Kácí jen ve směru jízdy stromy, ke kterým musí zajet na dotyk! Z toho vyplývají technologická omezení daná mikroreliéfem a sklonem terénu, rozestupem stromů, a nedotknutelností sousedních ploch (mlazina, elektrické vedení, cizí pozemek). Ujetá vzdálenost na pokácení jednoho stromu je nepříznivá. Při technologické přípravě pracoviště je nutné pamatovat na to, že soustřeďování dříví začíná tam, kde skončilo kácení, aby byl poslední kácený kus nahoře. Kácení stromů proti sobě se nedoporučuje, protože vznikají těžko rozebíratelné hromady. Pokud chybí prostor na najíždění stroje, je nutné dokončit kácení motorovou pilou. **Káceč-hromádkovač** má kácecí zařízení na výložníku, kterým stromy zdvihá a otočením ramene (případně i pojezdem) přemísťuje a ukládá na hromadu. Z jednoho postavení kácí více stromů, proto je ujetá vzdálenost na pokácený strom příznivější než u káceče-usměrňovače. Díky výložníku je méně citlivý na mikroreliéf terénu, a má menší potíže při zahajování a ukončování pracoviště než káceč-usměrňovač. Použitelný je v extenzívních i selektivních těžbách. Pořadí kácených stromů není striktní, pokud zůstane zachována průjezdná linka. Pokud slouží linka v porostech s přirozeným zmlazením pro ukládání vytěžených stromů, musí kácení začít na opačném konci, než odkud bude zahájeno přibližování a prokácení linky s přiblížením dříví z ní musí být realizováno před kácením v porostu. **Káceč-přibližovač**, používaný v extenzívních těžbách má kácecí zařízení na výložníku, kterým je strom po pokácení vložen do svěrného oplenu pro současné přibližování. Vylučuje časové disproporce při současném nasazení káceče a přibližovacího prostředku, má nejkratší ujetou dráhu na pokácení a přiblížení 1 stromu, ale vyžaduje velké oblouky při najíždění, a naložený není schopen couvání. Těžební plocha musí být orientovaná podélně (podkovovité najíždění), protože kácí vějířovitě šikmo vzad ve směru jízdy (u některých typů jen jednostranně). Tento handicap je dán konstrukcí podtrhávací kácecí hlavice, výkonností hydrauliky a poměrem hmotnosti stroje a káceného stromu. **Káceč-vytahovač** má kácecí zařízení na výložníku, kterým je strom po skácení přitažen k lince pro zpracování procesorem. V současné době není používán, a v minulosti bylo jeho použití ve schematických výchovných těžbách v mladých porostech rozčleněných hustou sítí linek. Protože je do zapojených smrkových porostů špatně vidět, byl používán hlavně v borových porostech.

káceč-usměrňovač | káceč-hromádkovač | káceč-přibližovač

Obr. 4.71. Kácecí stroje

U **odvětvovacích strojů** je významné, na které lokalitě pracují; zda odvětvují jednotlivé stromy či skupiny stromů; jaké je konstrukční řešení odvětvovacího zařízení (řetězová pila, nožová hlavice třínožová a pětinožová, článkový pás s břity, frézování); a jaký je způsob podávání stromu do řezu (protahování, protlačování taktovým způsobem, protlačování ozubeným válcem, protlačování ozubeným pásem).

Odvětvování stojících stromů před kácením se nerozšířilo, nastojato odvětvené stromy se sice snáze kácí a nezavěšují se, ale při pádu na zem se často přerazí, protože pád není tlumen větvemi koruny. Vyvětvovací zařízení se proto většinou používají v průběhu růstu porostu, pro získání většího podílu bezsukého řeziva.

Stroje **odvětvující na těžební ploše** (lince, VM, OM) si pokácené stromy přitahují k sobě lanem navijáku či hydraulickým výložníkem, nebo k nim musí být stromy soustředěny, což vyžaduje začlenění dalšího prostředku do technologického řetězce. Některé odvětvovací stroje se pohybují po těžební ploše a zpracovávají stromy připravené kácečem-hromádkovačem. Taktový způsob podávání umožňuje odvětvování od tlustého i tenkého konce, a při protisměrném odřezávání větví jsou odstraněny i pahýly a nedořízнuté „vousy".

Odvětvování na centrálním místě zpracování (v ČR se nyní nepoužívá) vyžaduje soustředění i odvoz celých nebo dělených stromů. Při odvozu se pro stlačení větví stromů mezi klanice používá kompaktační zařízení. Odvětvení může být jednotlivé, nebo v případě stromových sekcí hromadné v bubnových odvětvovacích zařízeních, obdobných bubnovým odkorňovačům, ve kterých se větve olamují třením sekcí o sebe a o hlavní a vedlejší rotory. Nejčastěji používaná nožová odvětvovací hlavice nemůže dokonale kopírovat povrch kmene v širokém tloušťkovém rozmezí, ale pro odvětvování kulatinových sortimentů, které ještě projdou odkorňovačem (který odstraní i pahýly větví) je kvalita odvětvení vyhovující, a provozní spolehlivost nožových hlavic je bezkonkurenční. Horší kvalita odvětvení je u tenkého vlákninového dříví v případech, kdy je pro odvětvení použita nožová hlavice pro tlusté dříví (nasazení mýtních harvestorů do předmýtních těžeb). V těchto případech zůstává v okolí pahýlů větví zbytek kůry i po odkornění dříví v bubnových odkorňovačích. Někteří výrobci harvestorových hlavic proto vyrábějí hlavice se dvěma pevnými odvětvovacími noži o různých poloměrech. Nůž s menším poloměrem, pro odvětvování tenkého dříví je na pružinách, a automaticky se vysouvá do pracovní polohy při kácení a odvětvování tenkého dříví. Při uchopení tlustého dříví se pružiny stlačí, a funkční je nůž s větším poloměrem. Odvětvování článkovaným řetězem s břity je kvalitní, protože řetěz dokáže poměrně dobře kopírovat povrch kmene v širokém rozpětí tlouštěk, ale každý čep řetězu je zdrojem postupně se zvětšující vůle, vedoucí k tomu, že řetěz na sucích odskakuje, nebo se zařezává pod úroveň povrchu kmene. Proto od tohoto principu výrobci strojů ustupují. Nejdokonalejším principem odvětvování je frézování, kdy různý počet fréz kopíruje povrch kmene, a případně jsou ještě frézy upevněny na rotujícím rámu. Odfrézovány jsou nejen větve, ale i kůra a povrchová vrstva dřeva, a opracovávané dříví dostane pravidelný válcovitý tvar. Vzhledem k velké ztrátě dříví se tento princip používá zřídka, a to zejména v případech, kdy je zpracováván polotovar pro dřevěné sloupy.

odvětvování článkovaným řetězem | odvětvování frézováním | odvětvování v bubnu

Obr. 4.72. Některé z principů odvětvování

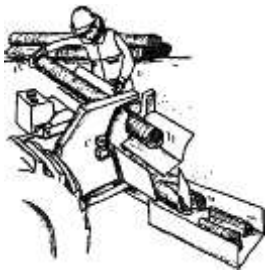
Stabilní odkorňovače jsou pro **jednotlivé odkorňování** (surových kmenů, výřezů), nebo pro **hromadné odkorňování** v bubnech (vlákninové dříví). Vždy je nutný transport dříví na místo zpracování (železnicí, auty) a odsun od stroje (vnitropodnikovou dopravou). **Mobilní odkorňovače** se používají na OM a na skladech dříví (kde není trvale stabilní odkorňovač) a při kalamitních těžbách. V současnosti převládají mobilní odkorňovače na automobilních soupravách (Doll), mající různý způsob pohonu, podávání dříví k odkorňování i jeho odběru. Kdekoliv použitelné jsou odkorňovací **frézovací adaptéry na motorové pily**.

Štípačky na palivové špalíky jsou určené pro předem nakrácené špalíky (25, 33, 50 cm) a pro delší polena jsou nepoužitelné. **Mobilní štípačky** pro OM jsou obvykle tažené a poháněné UKT (pro větší objemy štípání), nebo to jsou adaptéry zapojované rychlospojkami na vnější okruh hydrauliky traktoru (pro malé objemy štípání). Jednotlivé kusy lze štípat i upravenými kleštěmi drapákového závěsu na SLKT (čelisti jsou ukončeny břity). Přísun dříví ke štípání je přibližováním a z OM se odváží hotové

sortimenty – vláknina a palivo. **Skladové štípačky** jsou hydraulické či řetězové, vertikální či horizontální. Horizontální mohou mít pracovní stůl, nebo se štípe na zemi ve žlabu. Štípání na zemi ve žlabu je vhodné jen pro štípání palivového dříví, nebo pro hrubé třídění štípáním na palivo a vlákninu. Přísun polen a odsun štěpin je sapinou. Má-li být získán speciální sortiment – štěpiny s rezonančním dřívím, štěpiny na výrobu šindele, atd., štípe se na štípačkách s pracovním stolem, nebo na vertikálních hydraulických štípačkách, které umožňují dokonalé okulární posouzení kvality dříví a precizní vyštípání požadovaných segmentů, ale za cenu velkého podílu ruční práce. Štípání většího objemu polen na palivové štěpiny na skladech či na OM je možné i adaptéry na bagry, kterými jsou buď rotační štípací kužele, nebo štípací kleště (ty jsou praktičtější, protože je s nimi možné zastat i manipulaci s poleny a štěpinami). Samostatnou skupinou jsou **štípačky agregované se zkracovací pilou** (hydraulickou krátičkou). Do zařízení se vkládá surový kmen, ze kterého se odřezávají (odstřihávají) špalíky, které jsou v další fázi rozštípnuty. Ve výrobnách paliva se používají stabilní stroje s elektromotory, na OM se používají adaptéry nesené na tříbodovém závěsu a poháněné UKT, nebo adaptéry připojované rychlospojkami k profesionální kompletaci místo čelního rampovače. Odpor štípání roste s počtem současně funkčních klínů, proto jsou u vícenásobných štípacích klínů jejich roviny posunuty, aby byl náběh potřebné síly postupný. Protože je nejnižší potřeba štípací síly při štípání „přes dřeň“, centruje se štípané dříví proti klínům tak, aby osa klínu procházela dření. K tomu slouží různá zařízení od jednoduchého regulování výšky podávacího žlabu řetízkem, až po opticko-hydraulické centrování.

posunuté roviny štípacích klínů

štípací čelisti na klešťovém závěsu SLKT



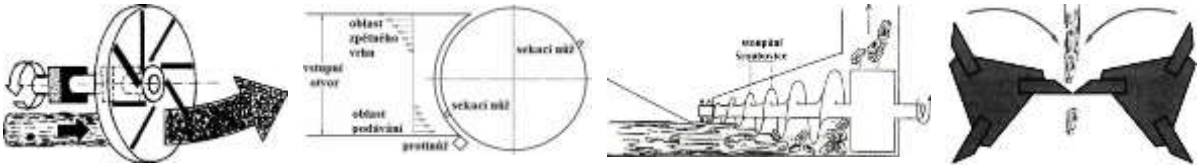
kotoučová pila agregovaná se štípačkou

Obr. 4.73. Štípání dříví

U **dobývačů pařezů** je z hlediska technologického významné, jakým způsobem je pařez získán, což může být **odfrézováním** (s využitím štěpek, nebo bez něj), **odvrtáním** vnitřního válce, nebo **vytržením** (kap. 23).

Štěpkování a **drcení** jsou způsoby homogenizace různorodých materiálů, jako jsou stromky z prořezávek a výchovných těžeb, větve a vršky z výchovných a obnovních těžeb, celé stromy, pařezy, manipulační odřezky, pilařský odpad, materiál z demolicí atd. Optimální volba štěpkovače (drtiče) a jeho zařazení do vhodné technologické varianty jsou obtížným úkolem, protože existuje velká variabilita vstupního materiálu, mobilnosti strojů (na hydraulice traktoru; tažené traktorem; na vyvážecí soupravě; na automobilu nebo přívěsu; stabilní), typů sekacího ústrojí (diskové, bubnové, spirálové) a podávacího zařízení (ruční, gravitační, manipulátorem). Volba štěpkovače je ovlivněna i požadavkem odběratele na kvalitu štěpek (drtě) podle frakcí a jejich velikosti. **Diskové sekačky** mají 2-7 nožů uložených radiálně na setrvačníku, v rovině kolmé na osu otáčení. Setrvačník akumuluje kinetickou energii, tím překonává rozdílnost v tloušťce podávaného materiálu i nerovnoměrnost podávání, a umožňuje nižší příkon motoru. Obvodová rychlost nožů klesá směrem ke středu setrvačníku, proto je podávací otvor posunut k jeho obvodu a je malý. To umožňuje jen podávání samostatných větví, stromků či výřezů. Zato kvalita štěpek je velmi vyrovnaná (podíl nadrozměrných frakcí je nízký), a proto jsou diskové sekačky určeny hlavně pro technologickou štěpku. **Bubnové sekačky** mají nože uloženy na povrchu pláště bubnu, rovnoběžně s osou otáčení. Vhodné jsou pro chaotický materiál – klest, protože mají velký vstupní otvor daný šířkou bubnu a jeho průměrem. Nutný je vstupní žlab a mačkací válec, jehož úlohou je zhutnění podávaného materiálu pod polovinu výšky podávacího otvoru, protože jeho horní polovina je oblastí zpětného vrhu. Protože při přetížení rychle ztrácejí otáčky, bývají vybaveny pojistkou proti přetížení, která dočasně zastavuje přísun materiálu, než se otáčky zvýší na pracovní. Nevýhodou velkého vstupního otvoru je stáčení podávaného materiálu, čímž místo sekání napříč dochází k podélnému štípání a ke vzniku dlouhých třísek. Kvalita štěpek je proto nízká. **Šnekové (spirálové) sekačky** jsou

vzhledově podobné mlýnku na maso, a výroba štěpky neprobíhá sekáním, ale odřezáváním. Jejich výhodou je nízký příkon, a nevýhodou je nemožnost seřizování velikosti štěpek, protože nemají protinůž, a změna velikosti štěpek je možná jen výměnou šroubovice za jinou, s odlišným stoupáním. Zpracování chaotického materiálu je nemožné, zpracovávat lze samostatné větve, stromky či výřezy, proto jsou vhodné jen do malovýrobních technologií. Pro výrobu palivových špalíků z celých stromků z prořezávek a prvních probírek je vhodná **sekačka s protiběžnými noži** (Rojek).



disková sekačka | bubnová sekačka | spirálová sekačka | sekačka s protiběžnými noži

Obr. 4.74. Principy sekaček

Vztah mezi maximální tloušťkou štěpkovaného materiálu a potřebným výkonem motoru je dán rovnicí

$$výkon\ v\ kWh = \frac{(max.\ tloušťka\ v\ cm)^2}{10}$$

Tloušťka výřezu cm	Výkon motoru	
	kW	HP
20	40	55
30	90	122
40	160	218
50	250	340
60	360	490
70	490	667

1 kW = 1,36 HP

Podle R. Wellink, Dutch Dragon (2008)

Tab. 4.32. Vztah mezi tloušťkou štěpkovaného materiálu a potřebným výkonem motoru

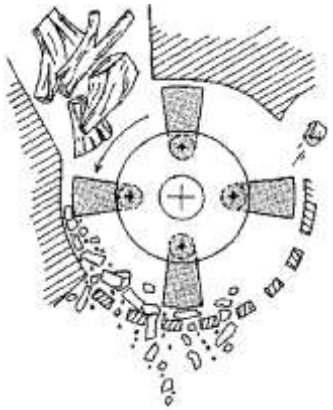
Při občasné desintegraci tlustého dříví je z energetického hlediska vhodnější přesílené výřezy před štěpkováním rozštípat, než dimenzovat sekačku na největší možné dimenze! Tuto zásadu podporuje i fakt, že ceny strojů pro dezintegrací dříví prudce rostou s tloušťkou materiálu, který jsou schopny zpracovat.

Kategorie stroje	Výkonnost m^3/hod	Tloušťka materiálu cm	Příkon kW	Cena index
Malé	3-25	8-35	20-100	100
Střední	25-40	(35)-50	60-200	220
Velké	40-100	(40)-55	200-550	900

Tab. 4.33. Kategorizace sekaček a drtičů

Materiály, které nelze bez poškození nožů dezintegrovat sekačkami (pařezy, dříví z demolic), nebo jsou tak pružné, že projdou mezi nožem a protinožem (vrbové proutí, odřezky dýh) se dezintegrují stabilními či mobilními **drtiči** a **rozvlákňovači**. Při dezintegraci pařezů jsou častěji používány drtiče mobilní, protože při odvozu neskladných pařezů je využití vozidel minimální, a při zpracování pařezů obsahujících zeminu zůstane hlušina na místě zpracování, a převáží se jen dřevní frakce. Produktem drcení a rozvlákňování je energeticky použitelná drť, případně se drcení používá jen pro zmenšení objemu odpadu, a v tom případě se drť kompostuje, nebo ukládá na skládky. Princip **rozvlákňovače** spočívá v tom, že proti pomaluběžnému kotoučovému rotoru opatřenému na čelní straně tvrzenými hroty je hydraulicky tlačen materiál určený k dezintegraci, čímž jsou z něj vytrhávána vlákna. Princip **kladivového drtiče** je stejný jako u drtičů kameniva. Na rotoru jsou otočně umístěna kladiva – tlouky, která odstředivou silou narážejí do materiálu a odlamují z něj drobnější frakce. Narazí-li kladivo na kámen (kov), nepoškodí se, ale protočí se na rotoru a pevný materiál projde mimo pracovní orgán. Velikost frakcí je dána mezerami mezi kladivy - proto jsou v drti stejně velké frakce dřeva i pevných

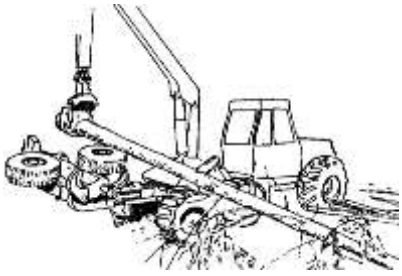
částic, a proto je technologické využití drtě prakticky nemožné. Používají se i **pomaluběžné šroubové drtiče** (Langsamlaufende Schraubenmühle), ve kterých je materiál dezintegrován ve dvou krocích, nejprve nahrubo dvěma protiběžnými šroubovicemi, a poté další šroubovicí s protinoži. Rozvlákňovače i drtiče jsou rozměrné stroje s výkonnými motory a značnou směnovou výkonností, proto jsou vhodné jen pro velkou koncentraci hmot. Jejich činnost je doprovázena vysokou hlučností a prašností, proto nemohou pracovat kdekoliv, ale pro jejich umístění je nutný souhlas hygienické služby. Ten může být v zástavbě podmíněn instalací protihlukové bariéry a zkrápěním pro omezení prašnosti.



Obr. 4.75. Princip kladivového drtiče

Procesor je stroj, který není schopen kácet, ale odvětvuje a krátí stromy pokácené. **Procesory kompaktní**, ke kterým je nutné stromy transportovat, u nejjednodušších typů nesených UKT (Vimek) i ručně, jsou oblíbené v zemích s tradiční držbou malolesů. Podle místa práce procesoru se řeší přísun dříví k procesoru a odsun od něj, resp. pohyb procesoru za dřívím. Z technologického hlediska je podstatné, zda je procesor schopen práce na lince, či na odvozním místě. Někdy se mezi procesory zahrnují i převozné manipulační soupravy.

Obr. 4.76. Jednofázový procesor

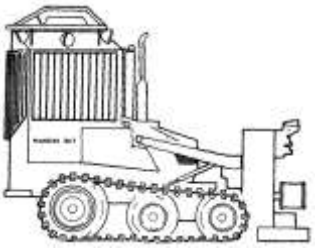


Obr. 4.77. Dvoufázový procesor

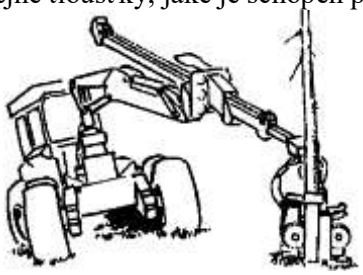
Výložníkové procesory jsou **jednofázové** (one grip processor) – mající procesorovou jednotku na konci výložníku, a po jediném uchopení ležícího stromu následuje jeho odvětvení a zkrácení; a **dvoufázové** (two grip processor) – nesoucí procesorovou jednotku „na sobě“, u kterých slouží výložník s kleštěmi jen pro vkládání stromů do procesorové jednotky. Ke zpracování stromu je potřeba dvou manuálních úkonů, a to navedení kleští na oddenek pokáceného stromu a jeho uchopení, a poté vložení oddenku stromu do odvětvovacího a zkracovacího zařízení. Vzhledem k tomu, že s výjimkou manuálně vykonávaných úkonů jsou všechny ostatní realizovány v automatickém režimu, je výkonnost dvoufázového procesoru výrazněji závislá na zapracovanosti operátora a jeho schopnosti prostorového vnímání. Při zpracování stromů nízkých hmotnatostí je výhodnější procesor jednofázový, pro zpracování stromů vyšších hmotnatostí procesor dvoufázový (vkládání stromu do procesorové jednotky je snazší a rychlejší, než práce se zatíženou procesorovou jednotkou na konci výložníku). Výhodou jednofázových procesorů je třídění za pohybu, umožňující soustřeďování veškerého dříví dohromady (dřeviny, dimenze) a třídění až na OM současně s výrobou sortimentů.

Harvestory stromy kácejí, odvětvují, zkracují, třídí výřezy a ukládají je. **Harvestory kompaktní** mají kácecí a odvětvovací zařízení nesené na přední části stroje, a tak musejí zajíždět ke každému stromu na dotyk (Makeri). **Harvestor jednofázový** (one grip harvester) má harvestorovou jednotku umístěnou na konci výložníku, a po jediném uchopení stromu následuje jeho pokácení, odvětvení a zkrácení. **Harvestor dvoufázový** (two grip harvester) má na konci výložníku kácecí hlavici, a integrované

zařízení pro odvětvování a zkracování (procesorovou jednotku) nese „na sobě“. Kácecí hlavice slouží i k vložení pokáceného stromu do procesorové jednotky. Ke zpracování stromu je potřeba dvou manuálních úkonů, a to nejprve navedení kácecí hlavice na patu stromu určeného ke kácení, a poté vložení oddenku pokáceného stromu do procesorové jednotky. Vzhledem k tomu, že s výjimkou těchto manuálně vykonávaných úkonů jsou všechny ostatní úkony realizovány v automatickém režimu, je v nižších hmotnatostech (do hmotnatosti 0,35 m^3 těženého stromu) výkonnost dvoufázového harvestoru nižší až o 7 % než jednofázového, a je výrazněji závislá na zapracovanosti operátora a jeho schopnosti prostorového vnímání. Při hmotnatostech těžených stromů nad 0,35 m^3 je výkonnější dvoufázový harvestor (v hmotnatostech 0,90 m^3 a vyšších až o 12 %), a to proto, že ve vyšších hmotnatostech je manipulace jednofázového harvestoru s celým stromem v průběhu odvětvování obtížná a pomalejší. Pro oba typy je kritériem použitelnosti tloušťka káceného stromu na pařezu, ze které se odvozuje, zda se jedná o stroj pro předmýtní či mýtní těžby. Dalším kritériem použitelnosti je typ kácecího zařízení (hydraulické nůžky, řetězová pila). Z hlediska praktické použitelnosti je u dvoufázového harvestoru důležité, zda je schopen odvětvit stejné tloušťky, jaké je schopen pokácet!



Obr. 4.78. Kompaktní harvestor



Obr. 4.79. Jednofázový harvestor

Obr. 4.80 Dvoufázový harvestor

4.9. Optimalizovaný výběr technologií

Generace našich dědů neznala problém výběru optimální technologie, protože v těžbě dříví měla k dispozici sekeru a pilu břichatku, a pro dopravu dříví koňský či volský potah a gravitační spouštění. S těmito prostředky obsáhla 100 % případů těžby a dopravy dříví, a každé rozhodnutí o technologii tak bylo optimální. Generace otců měla **rozhodovací proces** obtížnější, protože vedle sekery a motorové pily byly k dispozici potahy, kolové a pásové traktory i lanovky, a **intuitivní rozhodování** bylo doprovázeno chybovostí. Současná generace má k dispozici nesčetné množství technologických variant, daných těžební metodou, časovým sledem operací a použitými stroji a zařízeními, a riziko chybovosti je při intuitivním rozhodování tak vysoké, že je teoreticky možné, že každé rozhodnutí bude chybné (vzdálené optimu).

Technologií rozumíme těžební metodu včetně její varianty, použitých prostředků, zařízení a příslušných technologických a pracovních postupů. Typické pro těžební činnosti přitom je, že zřídka lze těžbu a soustřeďování dříví na konkrétním pracovišti realizovat jen jediným způsobem. Obvyklé je, že pro realizaci těžebního zásahu lze vybrat jednu z více technologií, které jsou na určitém pracovišti použitelné, ale liší se od sebe pracností, nákladovostí, mírou rizika práce, ekologickou přijatelností atd. Čím je počet použitelných technologií vyšší, tím je rozhodování obtížnější a zodpovědnější, protože vícekrát může být rozhodnuto nevhodně. Čím vážnější mohou být následky rozhodnutí, tím serióznější podklady pro rozhodnutí musí být. Do těžební činnosti jsou zařazovány stále nové a nové stroje a pracovní postupy. Složitější a nákladnější stroje přináší zvyšování přímých nákladů na jednotku pracovního času, což vyvolává ekonomický tlak na volbu optimální technologie pro dané pracoviště (nebo výběr nejvhodnějších pracovišť pro technologie, které jsou k dispozici) a na přípravu a řízení výroby. Intuitivní volba technologie se stává nespolehlivá, a rozhodnutí pro určitou technologickou variantu musí být výsledkem **rozhodovací analýzy**, při které se uplatňují hodnotící kritéria s různou váhou.

Výběr a váha kritérií pro hodnocení technologických variant nemají konečnou podobu, a ani ji mít nemohou, protože se mění v čase (váha spotřeby pohonných hmot podle jejich okamžité ceny). Metody výběru optimální varianty jsou různé, ale vždy je výsledek optimalizace úměrný kvalitě výběru kritérií. Kritéria musí odpovídat cíli - nikdy nesmí být zaměněno kritérium za cíl! Pojem **optimalizovaný výběr technologií** má **rovinu podnikovou** – kdy se jedná o výběr technologie maximalizující technickou

výkonnost při minimalizaci výrobních nákladů, a **společenskou** – kdy jsou mezi kritéria zařazeny společenské požadavky. **Společenská optimalizační kritéria** bývají obvykle v pořadí:

1) Pracovní podmínky (bezpečnost a hygiena práce, fyzické a neuropsychické zatížení pracovníků, pracovně-sociální podmínky)
2) Ochrana životního a lesního prostředí
3) Využití surovin (kvantitativní i kvalitativní)
4) Pracnost, a výkonnost pracovníků a techniky
5) Produktivita živé práce
6) Spotřeba energie
7) Nákladovost výrobního procesu
8) Efektivnost práce
9) Rentabilita výroby na podnikové úrovni.

Protože podnik nemá motivaci k tomu, aby na první místo dával společenská kritéria, musí jejich respektování zajistit stát. U pracovních podmínek tak činí vydáváním závazných směrnic pro provoz strojů (limity hlučnosti, vibrací, prašnosti, průmyslových škodlivin atd.), a obecné právních předpisů (délka pracovní doby, limit přesčasové práce atd.). Ochrana lesního prostředí je zajišťována zákony o ochraně životního prostředí a čistotě ovzduší a lesním zákonem. Aplikace zásad optimalizace na lesní výrobu je obtížnější než v jiných odvětvích, protože les je biologický systém se složitými vzájemnými vazbami, v nichž má významnou funkci čas. Přírodní vědy nemohou dosud všechny závislosti exaktně formulovat, a obtížná je i jejich kvantifikace (např. metodika oceňování ostatních užitečných funkcí lesa není k dispozici v obecně uznávané formě). Požadavek trvalého uspokojování společenských potřeb by měl vylučovat přednostní uspokojování skupinových nebo dílčích zájmů nad zájmy společnosti, a zájmů současných na úkor zájmů budoucích. Trvalost produkce, jako součást reprodukčního procesu, by měla mít charakter reprodukce rozšířené, proto by se nemělo hodnocení dlouhodobé péče o les spokojovat s nezhoršením produkční funkce lesa a úrovně plnění ostatních funkcí. Vzhledem k množství faktorů, vstupujících do procesu lesní výroby, a jejich proměnlivosti v závislosti na čase není absolutně optimální rozhodnutí možné. Docílit lze relativně optimálního rozhodnutí, nebo přijmout výraz rozhodnutí blízké optimu, či hovořit o objektivizaci rozhodování, na rozdíl od subjektivního intuitivního rozhodování.

Efekty těžebních a dopravních technologií dělíme do tří skupin

a) efekty ekonomické (produktivita práce, přímé náklady, mzdové náklady)
b) efekty sociální (namáhavost práce, riziko úrazů a nemocí z povolání, společenská prestiž povolání)
c) efekty ekologické (vliv na jednotlivé složky biosféry).

Efekty jsou kladné i záporné, a technologie s kladným efektem v jedné skupině může mít záporný efekt ve skupině jiné. Výběr technologií proto musí být usměrněn tak, aby kritériím s vyšším společenským významem byla v rozhodovacím procesu přisouzena vyšší váha. Jedná se o typický příklad **multikriteriálního rozhodování**, protože nelze nalézt variantu, která by byla optimální z hlediska všech kritérií.

Při provozní optimalizaci se počet kritérií co nejvíce redukuje, a některá kritéria se posuzují subjektivně. Pracovní podmínky se do hodnocení nezařazují, ale vychází se z hypotézy, že čím vyšší podíl strojové práce technologie obsahuje, tím je bezpečnější (vyloučením styku člověka s opracovávaným dřívím vložením stroje mezi obsluhu a materiál). Protože strojové technologie mají nižší pracnost než ruční, usuzuje se, že technologie s nižší pracností jsou příznivější i z hlediska pracovních podmínek. Úroveň ochrany životního prostředí a lesního fondu se neposuzuje pro každou technologii zvlášť, ale vychází se z hodnocení těžebních metod podle rozsahu poškozování stojícího porostu a povrchu těžební plochy. Míra využití surovin se omezuje na hodnocení velikosti ztrát při měření, možností třídění a pravděpodobnosti úniku cennějších sortimentů do méně ceněných. Hodnocení pracnosti a výkonnosti se omezuje na pracnost (spotřebu času na jednici výroby), která je běžně sledovaná a je pro kalkulace k dispozici. Produktivita živé práce se neuvažuje, protože je reciproční hodnotou pracnosti. Zjišťování celkové spotřeby energie, včetně energie na výrobu strojů, udržení života jejich obsluhy, atd., metodikou LCA (Life Cycle Assesment) je v počátcích, a protože je z provozního hlediska nejdůležitější spotřeba pohonných hmot, bývá na tento ukazatel redukována. Nákladovost výrobního procesu se posuzuje podle přímých nákladů na jednici výroby, protože obsahují i podíl zvěcnělé práce (odpisy). Pro posouzení podílu lidské práce je doplňována o mzdové náklady.

Protože je pro zavedení či nezavedení každé technologie významné, jak vysoké investiční prostředky jsou pro její zavedení do praxe nezbytné (investiční náročnost), doplňuje se kritérium součtu pořizovacích cen prostředků v celém technologickém řetězci. Správnější je investiční náročnost vztahovat k technické jednotce za dobu životnosti technologie, protože výkonnost technologií nemusí být srovnatelná. Zdůraznit je třeba, že finanční náklady vložené do technologie nemusejí být objektivním kritériem hospodárnosti, vychází-li z výrobního procesu výrobky různé hodnoty, nebo dochází-li k jiné míře ztrát! Dále je třeba upozornit na to, že různé technologie mohou vyžadovat jiný podíl režijních nákladů (pro stejný objem těžby harvestorem stačí dopravovat na pracoviště jednoho operátora, na rozdíl od motomanuální těžby, kdy by bylo třeba dopravovat pět dřevorubců). Reálnou nákladovost výrobního procesu je proto třeba hodnotit na úrovni úplných vlastních nákladů.

Pořadí významu hodnotících kritérií se stanoví **metodou párového srovnávání** (trojúhelníku párů), při kterém se kritéria srovnávají každé s každým. Pro potlačení subjektivity pořadí je vhodné expertní posouzení více osobami. Obvykle se pracuje s kritérii: 1) pracnost 2) mzdové náklady 3) přímé náklady 4) spotřeba pohonných hmot 5) pořizovací cena. Nejdříve se vytvoří párové dvojice kritérií, ve kterých se tučným písmem označí významnější kritérium ve dvojici:

1 1 1 1	2 2 2	3 3	**4**
2 3 4 5	**3 4 5**	**4 5**	5

Tab. 4.34. Párové srovnání významu hodnotících kritérií

Výsledek se seřadí do trojúhelníku párů a sečte se, kolikrát je které kritérium označeno jako významnější, a četnost výskytu vyšší významnosti pak vyjadřuje pořadí významnosti kritérií:

1 1 1 1	pracnost	4 krát	výsledné pořadí 1
2 3 4 5	mzdové náklady	0 krát	5
2 2 2	přímé náklady	1 krát	4
3 4 5	spotřeba pohonných hmot	3 krát	2
3 3	pořizovací cena	2 krát	3
4 5			
4			
5			

Tab. 4.35. Trojúhelník párů hodnotících kritérií

Po stanovení pořadí významu hodnotících kritérií následuje přisouzení váhy významu. Ta může být stanovena sestupně lineárně (pracnost 50, spotřeba pohonných hmot 40, pořizovací cena 30, přímé náklady 20, mzdové náklady 10), nebo sestupně proporcionálně, kdy se vychází ze stanovení váhy nejméně významného kritéria.

Stejně významné kritérium	Stejná váha kritéria
O něco významnější kritérium	3 krát větší váha
O hodně významnější kritérium	6 krát větší váha
Nesrovnatelně významnější kritérium	9 x větší váha

Tab. 4.36. Proporcionální stanovení významu kritéria

Při použití proporcionálního stanovení váhy kritérií by v uvedeném případě zůstala váha mzdových nákladů 10, ale pracnost by mohla mít váhu 90, spotřeba pohonných hmot a pořizovací cena shodně 60 a přímé náklady 30.

	Pracnost			Spotřeba PHM			Pořizovací cena			Přímé náklady			Mzdové náklady			Vhodnost	
	h/m³	poř.	váha	l/m³	poř.	váha	Kč	poř.	váha	Kč/m³	poř.	váha	Kč/m³	poř.	váha	poměrová	poř.
1	0,938	1	50,000	4,83	1	40,000	900 000	1	30,000	299,28	8	14,252	20,04	1	10,000	144,292	1
2	1,028	2	45,622	5,20	2	37,154	1 068 000	2	25,281	312,17	9	13,664	21,68	2	9,243	130,964	2
3	2,728	3	17,192	5,48	3	35,255	2 264 437	6	11,923	213,27	1	20,000	56,31	3	3,559	87,929	3
4	2,818	4	16,643	5,85	4	33,026	2 432 437	7	11,100	226,16	2	18,860	57,95	4	3,458	83,087	4
5	3,188	5	14,711	8,62	8	22,413	4 359 945	8	6,193	261,77	5	16,294	63,11	5	3,175	62,175	8
6	3,278	6	14,307	8,99	9	21,491	4 527 945	9	5,963	274,66	7	15,530	64,75	6	3,095	60,386	9
7	3,335	7	14,063	6,25	5-6	30,926	1 781 840	3-4	15,153	259,41	3	16,443	65,82	7	3,045	79,630	5
8	3,425	9	13,305	6,62	7	29,184	1 949 840	5	13,845	272,30	6	15,664	67,46	9	2,971	74,969	7
9	3,344	8	14,025	6,25	5-6	30,926	1 781 840	3-4	15,153	261,18	4	16,331	65,99	8	3,037	79,472	6

Tab. 4.37. Příklad rozhodovací tabulky pro 9 variantních technologií

V každém hodnotícím kritériu je jedna dosažená hodnota nejpříznivější. Ta má pořadí 1, a přísluší jí nejvyšší váha. Ostatní váhy se přepočítávají tak, že o kolik procent je technická hodnota horší než nejlepší, o tolik procent se snižuje její váha. Pořadí v hodnoceném kritériu je sestupné podle dosažených bodů, a pořadí celkové vhodnosti je sestupné podle součtu bodů z jednotlivých kritérií.

Cílem optimalizačních technik je určení pořadí vhodnosti variant, které je výsledkem převedení dílčí vhodnosti variant, hodnocených podle jednotlivých kritérií, „na společného jmenovatele“. V praxi nebývá někdy možné realizovat nejvhodnější variantu, ale měla by být realizována první reálná varianta s nejnižším číslem vhodnosti. Jen pak lze hovořit o objektivizaci v rozhodování. Optimalizací výběru těžebních a dopravních technologií lze docílit snížení pracnosti na výrobu a dodání 1 m^3 dříví, zvýšení produktivity práce, snížení mzdové náročnosti, snížení přímých nákladů na výrobu 1 m^3 dříví, snížení pracovní úrazovosti, snížení negativních vlivů na životní prostředí, zvýšení kultury a hygieny práce a zvýšení produkce ve finančním i objemovém vyjádření. Předpokladem optimalizovaného výběru technologií a realizování optimální technologie jsou koncepce technického rozvoje na úrovni podnikatelského subjektu; prognóza vývoje dodavatelsko-odběratelských vztahů; kvalitní lesní hospodářské plány; důsledná dlouhodobá příprava výroby; zapojení výpočetní techniky do procesu rozhodování; centralizace řízení výroby; specializace; plánovací, hospodářská a technologická kázeň a profesní příprava pracovníků. S optimalizací volby těžebních technologií souvisí **optimalizace lesní dopravní sítě** (zejména s vazbou na soustřeďování dříví lanovými dopravními zařízeními), **odvozu dříví**, **dopravy pracovníků** a struktury dopravních prostředků pro dopravu osob (pokud nejsou práce zajišťovány kontraktorsky).

4.10. Racionalizace a hodnotová analýza

Není dne, abychom neslyšeli výraz racionalizace, racionální, nebo slovní spojení racionální využívání přírodních zdrojů, racionální spotřeba energií, prostorová racionalizace a racionální výživa. Co tedy znamená, když je něco racionální? Podle slovníku cizích slov je racionalizace využívání rozumových schopností k organizaci lidské činnosti; souhrn opatření k nejúčinnějšímu využití pracovní síly a techniky na základě vědeckých poznatků; a racionální znamená rozumový, účelný, úsporný, hospodárný. V latině ratio znamená rozum, a to je těžiště významu, protože racionální může být jen úspora rozumná. Úspora za každou cenu není rozumná, ani racionální.

Definice racionalizace podle některých autorů je: "Racionalizace je soustavné, promyšlené (vědecky organizované) úsilí o hospodárnost v lidské činnosti, zvláště hospodářské, aby byly zlepšeny a zlevněny její výsledky a tím zvýšen obecný blahobyt." (SCHROGL, Základy organizace a racionalizace, 1945). "Racionalizaci dlužno považovat za nejvyšší stupeň umění jak zdokonalovat a zhospodárňovat práci. Mluvíme-li o racionalizaci, neomezujeme se ovšem jen na úzké hledisko pouhé dílenské výroby, nýbrž máme na mysli lidskou práci v jejím co nejširším pojetí". (MARTINEC, Studium lidské práce, 1948). "Racionalizace ve všeobecném slova smyslu znamená šetřit práci, peníze, materiál, aby bylo možno za pomoci takto uvolněných výrobních faktorů dát k dispozici více zboží a služeb. Racionalizace je tedy motorem pro zvyšování životní úrovně". (LÜBECK, Rationalisierung ist eine Daueraufgabe, 1960). **V užším smyslu slova** jde o **racionalizaci určitého výrobního procesu**, **v širším slova smyslu** o **racionalizaci komplexní**. Racionalizace zaměřená na maximalizaci zisku není racionalizací komplexní bez integrace cílů podniku s cíly celospolečenskými (reprodukce pracovní síly, rozšířená reprodukce kvalifikační struktury, využívání neobnovitelných zdrojů). Je zde tak podobnost s optimalizací výběru technologií. Aby se odlišila racionalizace sledující v úrovni podniku maximalizaci zisku od racionalizace společensky žádoucí, používá se ve druhém případě termín racionalizace komplexní. Racionalizace není jednorázová kampaň, ale permanentní proces, který nastal, až když začala být hospodářská činnost cíleně analyzována.

Naturální hospodářství, které má zvykový charakter hospodářské činnosti bez rozumové analýzy, ve kterém je výroba zaměřena na bezprostřední uspokojování potřeb výrobce a realizována tradičními prostředky se dodnes udrželo tam, kde se zachovaly prvky naturálního hospodářství, tj. v rolnickém a lesnickém hospodaření, a toto historické dědictví se negativně projevuje v konzervativních postojích. Organizované úsilí o zhospodárnění výroby vzniklo v USA v roce 1880 pod heslem "inženýr ekonomem", (s tím kontrastuje přetrvávající dělení na výrobní a ekonomické útvary ve výrobních firmách, se kterým se obtížně vypořádává logistika), založením společnosti strojních inženýrů, mezi

nimiž vynikl Frederic Taylor, jehož jméno dalo název racionalizačnímu směru založenému na přesných prostorových, pohybových a časových studiích. Rozvoj racionalizace výrobních procesů byl tehdy považován v přeneseném slova smyslu za druhou průmyslovou revoluci. Pokračovateli F. Taylora byli Henry Ford se systémem přísné specializace (pásová výroba) a v Československu Tomáš Baťa, který předchozí systémy obohatil o **prvky podnikové psychologie** (firemní banka spořitelnou zaměstnanců, baťovi mladí muži - hrdost na firmu, sociální program, bytová výstavba). Historické zkušenosti lze hodnotit tak, že rozvíjení techniky je podmíněno trvalou analýzou technologie výroby (spojení vědy s praxí), a potvrzuje se, že v souvislosti se změnami prostředků a metod řízení se přesouvá těžiště řízení z oblasti techniky do psychologie, ergonomie a sociologie, tj. do lidského faktoru, nyní módně do lidských zdrojů.

Racionalizace v lesním hospodářství má svá specifika, protože les je schopen poskytovat dřevo i ostatní užitečné funkce bez přispění člověka. Pokud člověk v lese hospodaří, pak musí být jeho hospodářská činnost opodstatněná zlepšováním funkcí lesa. Podíl práce v pěstební činnosti je menší než působení přírodních sil, proto není racionalizace pěstební činnosti tak patrná jako racionalizace v činnosti těžební. V pěstební činnosti se setkáváme s příznaky zvykově tradičního charakteru výroby, a konzervativní způsob hospodaření se někdy vystupňovává do míry, že se stává jakoby specifickým rysem lesní výroby a uznávanou tradicí, a pokládá se pro lesní hospodářství za typický. Charakteristickým rysem je **empirická povaha metodologického základu lesnictví**, kdy základem lesní výroby zůstává mimo objektivně nezbytné vědecké báze praktická zkušenost ústící v názor, že les nelze v podstatě aktivně ovlivnit, a je jej třeba jen chránit. Tyto názory jsou v praxi hlavní překážkou racionalizačních snah. (Při nezkušenosti a nedostatečné přípravě výroby došlo v posledních letech minulého století v mnoha případech k nevhodnému nasazení strojních technologií v těžební činnosti, majících za následek poškození lesních ekosystémů. Provoz lesního hospodářství však neprovedl analýzu vzniklého stavu, nevyvodil závěry ve smyslu technologické typizace, ale strojní technologie zavrhl jako "škodící lesu". Tato reakce, se kterou se české lesnictví vypořádávalo 20 let, je typickým případem emocionálního, neracionálního přístupu.).

U výrobních podniků je zisk výslednicí nákladů a výnosů, a maximálního zisku lze docílit dvěma způsoby

- při daných nákladech získat maximální výnosy; tzv. **zásada nejvyššího efektu** (nejvyšší účinnosti)
- pro požadované výnosy minimalizovat náklady; tzv. **zásada úspornosti prostředků.**

Obě zásady lze ale aplikovat i v technické oblasti - první zásada znamená např. dosažení nevyšší možné kapacity odvozu dříví, druhá, jak mít co nejméně odvozních souprav na daný objem odvozu (pokud je objem odvozu nějak limitován, a nelze zvýšit).

Posláním **racionalizace výrobních procesů** je průběžná minimalizace nákladů a spotřeby času na výrobu, současně s maximalizací výnosů, ale v souladu s celospolečenskými požadavky, kterými jsou neohrožování zdraví pracovníků, nenarušování životního prostředí, snižování výrobních ztrát atd. Jedná se o proces komplikovaný, protože by měl být společenský přínos nadřazen přínosům v podnikové sféře, ale celospolečensky racionální opatření může přinést v podnikové sféře zvýšení nákladů! Základní podmínkou je, že výroba musí být potřebná a užitečná. Výroba nepotřebná, i když prováděna nejhospodárnějším způsobem, je zbytečná. **Cíle racionalizace výrobních procesů** se v průběhu času mění, ale téměř vždy je to **úspora živé práce** (spotřeby času na jednici výroby, pracnosti). Pracnost je v nepřímé úměře k produktivitě práce a vyjadřuje intenzitu příslušné operace. Protože se většina prací v lesnictví vykonává pod vlivem povětrnosti, za rizika úrazů a chorob z povolání a v nefyziologické poloze, patří snižování spotřeby živé práce mezi hlavní cíle a je zdrojem nárůstu výrobních kapacit při snižování počtu pracovníků. Snížení spotřeby živé práce ale nemusí být nejracionálnějším řešením. Při hodnocení účinnosti racionalizačního opatření musíme vycházet nejen ze spotřeby práce vynakládané bezprostředně ve výrobním procesu, ale i ze spotřeby práce minulé. Ke stanovení ekonomického optima spotřeby práce (živé i minulé) je potřeba ukazatel, sloužící k převedení živé i minulé práce na srovnávací hladinu, kterým jsou prostřednictvím odpisů a provozních nákladů přímé náklady na technickou jednotku. **Úspora materiálů a energií** přináší úspory práce minulé a vedlejším přínosem je snížení nákladů na dopravu materiálu a jeho skladování. Tento cíl racionalizace může být dominantní, pokud je cílem úspora či vyloučení spotřeby deficitního materiálu. **Zvyšování kvality výroby** zvyšuje bohatství

společnosti, a naopak nekvalitní práce ho zmenšuje - je mařením času, ničením materiálu, plýtváním energií a kažením lidských povah. Nekvalitní práce přináší nejen škody materiální, ale ještě větší škody morální ve ztrátě úcty ke společnosti, která nekvalitní výrobu trpí. **Zvyšování bezpečnosti a hygieny práce** je významným cílem, protože lesnictví patří mezi resorty s nejvyšší četností pracovních úrazů a smrtelných pracovních úrazů, a vysoký je i počet chorob z povolání. Dočasné i trvalé vyřazení pracovníků z výrobního procesu přináší ztráty a zvýšené náklady na nemocenské dávky, důchody, odškodnění bolestného a snížení společenského uplatnění a ztráty z nevytvoření národního důchodu. Je to problém řešitelný obtížně, protože většina ztrát působených nemocností a úrazovostí se projevuje až v národohospodářské úrovni, a je mimo ekonomický zájem podniků (mimo absence kvalifikovaných pracovníků). **Úspora prostoru a přepravy** (prostorová racionalizace) přináší úspory na budování a údržbu manipulačních ploch, zkracuje časy transportu a snižuje spotřebu živé i zvěcnělé práce. Pro každý výrobní postup je typický určitý podíl ztrát, představující úbytek z vytvořeného produktu. Proto je nutností **snižování ztrát** preferencí technologií s nižšími ztrátami. **Minimalizace negativního dopadu na lesní ekosystémy** není jen záležitostí ochranářskou či estetickou, ale v konečných důsledcích ekonomickou. Povýrobní úpravy pracoviště přináší neefektivní náklady a narušení ekosystémů může mít za následek i snížení produkce. Cílem by proto mělo být vytipování takových technologií pro konkrétní podmínky, které poškození lesních ekosystémů minimalizují na míru odbouratelnou biologickou cestou. Mimo těchto cílů se vyskytují i další - racionalizace oběhu prvotních dokladů, racionalizace výživy, racionalizace dopravy na pracoviště atd.

V časovém sledu rozeznáváme tyto **etapy racionalizačního opatření**

1) Registrace stávajícího stavu
V této etapě se výrobní proces rozkládá na jednotlivé výrobní, dopravní, manipulační, skladovací a kontrolní operace, a jako metody se používají časové snímky, grafy, grafikony a diagramy. Nejlepší výsledky má v této etapě ten, kdo zná výrobní proces do nejmenších podrobností.

2) Analýza zjištěného stavu
V této etapě se "zpochybňují" zjištění z předchozí etapy kladením otázek: Proč provádíme tuto operaci? K čemu je dobrá? Je vůbec nezbytná? Je místo jejího provedení nejvhodnější? Není možné některé operace sloučit? Provádějí se všechny operace v nejvhodnější dobu? Je používané nářadí (stroj, systém, zařízení) nejvhodnější? Je místo a pohyby obsluhy optimální? Kde je nejvyšší možnost úrazu, lze odstranit a čím? Je kvalifikace pracovníků vyhovující? Kde ve výrobním procesu vznikají úzká místa? Jsou výkonnosti jednotlivých uzlů sladěny? Tato etapa bývá poznamenána provozní slepotou, protože nedostatky, které denně vidíme, se po určité době stanou samozřejmostí, kterou nevnímáme, nebo ji obhajujeme jako nutnost s odvoláním na své praktické zkušenosti (dělám to tak 20 let). Proto je třeba této etapě věnovat mimořádnou pozornost a využít při ní všechny dostupné technické prostředky (fotografii a video i ve funkci časové lupy při rozboru kinematiky pohybů).

3) Návrh racionalizačních opatření
Na základě předchozí etapy se navrhne několik variant řešení, kdy v každé z nich je akcentováno jiné hledisko: investiční náročnost, spotřeba energií, kvalita výrobků, potřeba pracovních sil, nároky na kvalifikaci pracovníků, provozní spolehlivost, požadavky na ochranu prostředí, ….

4) Rozhodnutí
Navržení varianty se posoudí některou z metod rozhodovací analýzy a poté odpovědný pracovník rozhodne - vybere variantu k realizaci. Nemusí to být varianta nejvýhodnější, ale měla by být nejvýhodnější z provozně realizovatelných.

5) Zavedení racionalizačního opatření do provozu
Až tato etapa zhodnotí (nebo také nezhodnotí) všechny předcházející etapy. Proto je nutné při realizaci postupovat uvážlivě, ale důsledně v následujících krocích

a) vytknutí cíle
Formuluje se cíl, se kterým v dalším kroku seznámíme všechny zainteresované. Formulace cíle musí odpovědět na otázky: Co je cílovým stavem. Z čeho vycházíme. Jakým způsobem má být cíle dosaženo. K čemu je dosažení cíle dobré. Jaké nástroje a prostředky budou použity. Kdo se bude na dosažení cíle podílet a jak. Do kdy má být cíl dosažen.

b) příprava
Cíl musí znát nejen vedoucí, ale všichni zainteresovaní. Každý musí vědět, proč byl cíl stanoven a být přesvědčen o jeho správnosti. Bez toho nebývá motivace lidí úspěšná! Pro splnění úkolu musí být lidé připraveni morálně, profesně a kvalifikačně. Významná je příprava pracoviště a materiálního zázemí (PHM, servis, náhradní díly, kapacita dílen včetně rozšíření kvalifikace údržbářů atd.) Při změně ve výstupech z výroby se nesmí zapomenout na včasné projednání dopadů do dodavatelsko-odběratelských vztahů. Na dokonalé přípravě, zejména na motivaci a řízení lidí záleží zdar každého nového opatření. Racionalizační opatření se musí ujmout na první pokus. Pokud se tak nestane, je opakovaný pokus obtížnější a časově náročnější. Připomeňme si slogan "o všem rozhodují lidé". Koupit stroj může každý, ale ne každému se podaří jej úspěšně zavést do praxe. V této souvislosti cituji z přednášky "Význam lidského inženýrství" přednesené Henry Fordem v roce 1946. "Ve skutečnosti máme před sebou široké perspektivy dalšího vítězného technologického pokroku v oblasti hromadné výroby, ale pokrok v oblasti, kterou je možno nazvat lidským inženýrstvím je u nás dosud v zárodku. A přece opravdový postup vpřed vyžaduje péči nejen o stroje, ale také o lidi je obsluhující".

c) realizace
Po dokonalé přípravě musí bez odkladů následovat rychlé a energické provedení. Prvních směn se musí osobně účastnit vedoucí pracovník, nebo pracovník s dostatečnou delegovanou pravomocí, aby mohl na místě a ihned operativně řešit nepředvídané situace. Při všech racionalizačních pracích je třeba respektovat zásadu hlavního článku a vyžadovat pořádek a kázeň (nepřipustit filosofii "na to teď není čas"). Současně s technickým řešením se musí novelizovat normy spotřeby času a normy spotřeby!

d) kontrola úspěšnosti a závěry
Po provedení je nutné provést zhodnocení, zda a jak bylo cíle dosaženo. O výsledku je nezbytné informovat všechny zúčastněné! Pokud je výsledek úspěšný, je třeba zkušenost rozšířit na další obdobná pracoviště. V případě, že cíle dosaženo nebylo, je třeba zjistit proč a stanovit další postup.

Každý racionalizační čin má **doprovodné efekty**. Při mimořádné zátěži se ověří komunikace mezi útvary a uvnitř realizačního týmu, prověří se osobní kvality pracovníků a jejich loajalita k firmě, a často se generují pozitivní efekty, které ani racionalizační záměr neočekával. Ty mohou být významnější než přínosy racionalizačního programu, a proto některé firmy vyhlašují racionalizační programy, mající za nepublikovaný cíl právě tyto doprovodné efekty. Každé racionalizační úsilí musí být vyvážené. Zdánlivě paradoxně může například uškodit příliš široký pohled na problém, protože odvádí od hlavního článku. Podobně škodí jak odkládané řešení, tak řešení uspěchané. Hlavní protiklady lze charakterizovat takto

Příliš úzký pohled	**Příliš široký pohled**
Nedostatek znalostí	**Nadbytek znalostí**
Lpění na tradicích	**Touha po rychlých změnách**
Odkládání řešení	**Spěch**
Zainteresovaní spolupracovníci řešení nepodporují	**Spolupracovníci (podřízení) řešení nekriticky obdivují**

V každé činnosti přijde doba, kdy jsou rezervy vyčerpány a racionalizace je téměř neúčinná. Pak přichází kvalitativní skok, kterým je nástup zcela nové technologie. Ten bývá výsledkem hodnotové analýzy, poprvé použité v roce 1947 u General Electric, jejíž podstata spočívá v tom, že je objekt analýzy nahrazen jiným objektem, pokud plní tytéž požadované funkce alespoň v tomtéž rozsahu jako objekt původní, a přitom s nižšími náklady, nebo s nižší cenou pořízení. **Rozdíl mezi racionalizací a hodnotovou analýzou** spočívá v tom, že racionalizace je převážně lepším využitím existujícího stavu, zatímco u hodnotové analýzy jde o zajištění funkcí objektu efektivnějším způsobem. Podrobnější seznámení s hodnotovou analýzou není v rámci předmětu možné ani nutné. Potřebné je vědět, že se jedná o obor využívající **metod tvůrčího myšlení** (brain storming - vynalézání na zakázku). **Hodnotovou analýzu charakterizuje**

a) **objekt**, jehož zefektivnění je sledováno, je chápán a popisován jako soubor funkcí
b) **funkce**, vyjadřující chování objektu jsou hodnoceny z hlediska významu, nákladů a stupně plnění. Srovnáním jejich hodnot jsou zjišťovány funkce příliš drahé, špatně - tj. nedostatečně plněné, nebo naopak plněné nad požadovanou úroveň, a tak jsou určovány směry a oblasti dalšího zefektivnění objektu.

c) **cílem** hodnotové analýzy je dosáhnout optima užitku při minimálních nákladech, nalezením odpovědi na otázku: Jak ještě jinak, lépe a efektivněji dosáhnout požadované funkce?
d) **komplexnost** řešení problémů pomocí hodnotové analýzy vyžaduje, aby se uplatnil interdisciplinární přístup realizovaný převážně prostřednictvím týmové práce.

Postup brain stormingu přibližuje pět lapidárních otázek – viz tab. 4.38.

1) Co je to?	O jaký objekt se jedná?
2) Co to dělá?	Jaký je účel objektu, jeho chování, jaké funkce vykonává?
3) Co to stojí?	Jaká je cena funkce, jaké jsou její náklady?
4) Co jiného může zajistit funkci?	Jaká je jiná varianta řešení, která by mohla lépe vykonávat tutéž funkci?
5) Co by „to jiné“ stálo?	Kolik by stála tato nově navrhovaná varianta, jaké by byly její náklady?

Tab. 4.38. Pět lapidárních otázek brain stormingu

Jako příklad využití hodnotové analýzy v konstrukci lesní techniky lze uvést kuželovou kácecí pilu Lokomo Cone Saw. Klasická racionalizace by řešila jen zlepšení dosavadních principů, např. zvýšení otáček motoru kotoučové či řetězové pily, a tím zvýšení obvodové rychlosti; zvýšení rychlosti střihu hydraulických nůžek; zmenšení řezné spáry; úpravu geometrie ozubení atd.; ale zcela netradiční způsob oddělení stromu od pařezu mohl vzniknout jen brain stormingem. První otázkou u kácecího zařízení proto muselo být „Co to je?“, a odpověď musela být co nejobecnější - zařízení k oddělení stromu od pařezu. Odpověď na čtvrtou otázku „Co jiného může zajistit tuto funkci?“, pak mohla být ustřelení trhavinou, oddělení tenkým vodním paprskem, uříznutí laserem, a také oddělení silovým řezem kuželovou pilou. (Kuželová pila má ozubení na přeponě trojúhelníka zborceného do kužele, vedeného do řezu hydromotory. Pila nepotřebuje mazání, a je téměř bezúdržbová, s výjimkou občasného ostření. Protože je řez silový a miskovitý, nelze použít u harvestorů. Používá se jen u kácecích strojů v obzvláště obtížných podmínkách).

Tvůrčí myšlení má mnoho překážek, z nichž část je vnitřních – spočívajících v osobě řešitele, a vnějších, které také spočívají v lidském faktoru, ale přichází zvenčí. **Vnitřní překážky tvůrčího myšlení** jsou: **zábrany vnímání**, spočívají v tom, že je obtížné vidět problém z různých hledisek. To souvisí se stereotypním charakterem lidského vnímání, kdy nejčastěji zaznamenáváme to, na co jsme zvyklí, a co chceme vidět, a je nám zatěžko se podívat na problém z jiného hlediska. **Nedostatek vědomostí**, spočívající buď v absolutním nedostatku vědomostí, neschopnosti tvůrčí aplikace poznatků již osvojených, či v nevybavování vědomostí z paměti. **Zábrany emocionální**, kdy nejrozšířenější je strach z rizika a obavy z omylu a neúspěchu. Tyto pocity pramení z nedostatku pocitu bezpečí a snahy získat a udržet si společenský souhlas. **Nechuť k chaosu a nepořádku** - řešení složitého problému je procesem narušujícím stávající řád, a proto musí mít člověk silnou motivaci, aby něco měnil, a to i tehdy, když jde o změny z jeho popudu. Nejlépe řešíme problémy, které jsou pro nás výzvou. Ale nadměrná emocionální angažovanost, přílišný zápal pro věc, může také ztížit tvůrčí myšlení - často nevidíme žádné jiné řešení než to, které napadlo nás. **Přirozený sklon lidí hodnotit** vede k předčasnému zamítnutí mnoha nápadů. Nové myšlenky jsou nedokonalé, potřebují čas k uzrání, aby byly modifikovány dalšími získanými informacemi. Kromě toho jedny nápady, byť chybné, vedou často k druhým - výstižnějším. Předčasné hodnocení tak může zabrzdit celý proces hromadění nápadů. **Pro tvůrčí myšlení je nutné pěstovat v sobě schopnost klást otázky a umění pohledu z různých stran, i akceptování rozličných souvislostí.** I **vnější překážky tvůrčího myšlení** spočívají většinou v lidském faktoru.

Každý, kdo má snahu změnit dosavadní zvyklosti se setkává s reakcemi, které lze charakterizovat jako:

- obrana statu quo - Proč to měnit? Už to tak děláme dvacet let!
- nekonstruktivní skepse - To nebude nikdy fungovat!
- alibismus - To je záležitost jeho, ne moje!
- tyranie času - Na něco takového teď není čas!
- odmítnutí s resignací - To už se dávno zkoušelo a nešlo to.
- izolacionismus - To se nás netýká, to není předmětem našeho zájmu!
- strach z novot - To jsme tak nikdy nedělali, raději zůstaneme u osvědčeného řešení.
- váhání - Na tohle ještě nemáme, bez dokonalé přípravy je to riskantní.
- potřeba jistoty a opatrnost - Už to předtím někdo zkoušel? Nikdo jiný to před námi nedělal?
- hrobnictví - Nechme to trochu myšlenkově uzrát, a pak uvidíme.
- tradicionismus - Obešli jsme se bez toho až dosud. Je třeba zachovat tradici.

- konzervativní postoj - To je příliš radikální změna!
- hokynářský pohled - Je to příliš drahé, za takovou cenu se to nevyplatí.
- zchlazování nadšení - Jste o mnoho let napřed, to je utopie, přijděte za pár let.
- přehnané sebevědomí - Já to znám lépe než kdokoliv z vás - to nelze realizovat!
- konformismus - Nemá to smysl, na to jsou normy a platné směrnice, autorizovaná zkušebna to nikdy neschválí, na to nedostaneme certifikát, je to proti OBP.
- ekologický fundamentalismus - To je naprosto nepřijatelné – došlo by k ekologické katastrofě!

I zdánlivě malé úspory živé práce a nákladů na jednici výroby mají v celkovém objemu lesnických činností velký význam. Proto stojí zato překonat všechny překážky, které se racionalizačnímu úsilí staví do cesty.

4.10. Ekonomické řízení výroby

Při **kalkulaci smluvních cen** se uvažuje se spotřebou času a přímými náklady na optimální technologii + podíl režií a podnikatelského zisku. Rozdíl v nákladech při použití jiné, než optimální technologie, by měl jít k tíži dodavatele prací. Přímé náklady na technologie jsou sledovány v účetnictví firmy, není tedy problém provést kalkulaci s využitím norem spotřeby času (kapitola 3). Pokud se vychází ze skutečných přímých nákladů prvních dvou let provozu stroje, může to znamenat nechtěnou práci pod cenu, protože první dva roky bývá potřeba oprav minimální, a navíc většina dodavatelů strojů dodává v ceně stroje servisní materiál pro první období, a tak může být podíl oprav na hodinu provozu prostředku podhodnocen.

Přímé náklady (PN) se zásadně evidují a kalkulují v Kč na provozní hodinu, a na technickou jednotku (1 m^3) se vyčíslují dodatečně podle spotřeby času na jednici a nákladů na hodinu. (Přímé náklady na 1m^3 těžby dříví motorovou pilou jsou v hmotnatosti 0,08 m^3 čtyřikrát vyšší než v hmotnatosti 1,00 m^3, a ve stejném poměru klesá výkonnost dřevorubce. Proto i kalkulace roční výkonnosti musí vycházet z pravděpodobných hmotnatostí, a u přibližování dříví i z očekávatelných přibližovacích vzdáleností!). Účetně evidovanými položkami PN jsou **odpisy** základních prostředků (ZP), prostřednictvím kterých se postupně umořuje cena prostředku, a stává se součástí nákladů na provozní hodinu. U mechanizovaných technologií se zpravidla jedná o největší podíl na PN. **Opravy a údržby základních prostředků** jsou představované fakturami při dodavatelských opravách, při opravách v režii se eviduje finanční hodnota práce dílen (rovněž "přes provozní hodiny dílen"). Empirická zkušenost říká, že se za technickou životnost prostředku sečtená cena oprav a údržeb (seřizování, servisních služeb) zhruba rovná pořizovací ceně prostředku. Do PN však přechází ve skocích, a proto se při finančních kalkulacích a v účetnictví vytváří účetní rezervy a časové rozlišení nákladů. **Mzdové náklady** tvoří při současné úrovni mezd nevýraznou položku, s výjimkou ručních prací. Dalšími účetními položkami, jejichž podíl na PN výrazně kolísá podle činnosti, je **materiál**, **suroviny**, **pohonné hmoty a mazadla** (PHM) a **ostatní náklady**.

Možnosti snižování přímých nákladů

Často se soudí, že při používání **účetně odepsaných prostředků** se výrazně sníží přímé náklady (PN) na provozní hodinu i technickou jednotku. Tato úvaha však platí jen v případě prostředků nedostatečně využívaných v průběhu odpisové doby. Pokud je prostředek běžně používán, narůstá jeho poruchovost a potřeba oprav. Vzrůstají tak prostoje a klesá roční výkonnost. Z existujících statistických řad lze odvodit, že meziroční pokles výkonnosti prostředku činí 3,8-6 %. Skutečně čerpané náklady se tak každým dalším rokem rozpočítávají na čím dál menší množství provozních hodin (technických jednotek), a poměrné náklady tak mohou být vyšší, než při pořízení a odepisování nového prostředku.

Stáří prostředku v letech	Harvestory		Vyvážeče		SLKT		UKT + vozidla pro odvoz dříví	
	Roční výkonnost	PN na 1 m^3	Roční výkonnost	PN na 1 m^3	Roční výkonnost	PN na 1 m^3	Roční výkonnost	PN na 1 m^3
1	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %
2	96,2 %	102,0 %	96,2 %	102,4 %	96,2 %	102,6 %	94,0 %	104,4 %
3	92,4 %	104,1 %	92,4 %	104,9 %	92,4 %	105,5 %	88,0 %	109,4 %
4	88,6 %	106,4 %	88,6 %	107,7 %	88,6 %	108,6 %	82,0 %	115,1 %
5	84,8 %	109,0 %	84,8 %	110,8 %	84,8 %	112,0 %	76,0 %	121,7 %

6	81,0 %	111,7 %	81,0 %	114,1 %	81,0 %	115,6 %	70,0 %	129,5 %
7	77,2 %	64,8 %	77,2 %	77,7 %	77,2 %	86,4 %	64,0 %	107,4 %
8	73,4 %	68,1 %	73,4 %	81,7 %	73,4 %	90,8 %	58,0 %	118,5 %
9	69,6 %	71,8 %	69,6 %	86,2 %	69,6 %	95,8 %	52,0 %	132,2 %
10	65,8 %	76,0 %	65,8 %	91,2 %	65,8 %	101,3 %	46,0 %	149,5 %
11	62,0 %	80,6 %	62,0 %	96,8 %	62,0 %	107,5 %	40,0 %	171,9 %
12	58,2 %	85,9 %	58,2 %	103,1 %	58,2 %	114,6 %	34,0 %	202,2 %
13	54,4 %	91,9 %	54,4 %	110,3 %	54,4 %	122,6 %	28,0 %	245,5 %
14	50,6 %	98,8 %	50,6 %	118,6 %	50,6 %	131,8 %	22,0 %	312,5 %
15	46,8 %	106,8 %	46,8 %	128,2 %	46,8 %	142,5 %	16,0 %	429,7 %
16	43,0 %	116,3 %	43,0 %	139,5 %	43,0 %	155,0 %	10,0 %	687,5 %
17	39,2 %	127,6 %	39,2 %	153,1 %	39,2 %	170,1 %		
18	35,4 %	141,2 %	35,4 %	169,5 %	35,4 %	188,3 %		
19	31,6 %	158,2 %	31,6 %	189,9 %	31,6 %	211,0 %		
20	27,8 %	179,9 %	27,8 %	215,8 %	27,8 %	239,8 %		

Podle ARMEF, 1998

Tab. 4.39. Vztah mezi stářím prostředku, jeho roční výkonností a přímými náklady na jednici

U **harvestorů** se do šestého roku zvyšují PN na 1 m^3 vytěženého dříví na 110 %, jako výsledek rostoucí poruchovosti a snižování výkonnosti na 80 %. Mírný pokles výkonnosti i malý nárůst nákladovosti potvrzují vysokou technickou úroveň soudobých harvestorů, a jsou i odrazem systému péče o stroj. Od sedmého roku klesají PN na 1 m^3 vytěženého dříví, jako důsledek toho, že přestávají být zatěžovány odpisy. Ale výkonnost harvestoru při rostoucí poruchovosti klesá a PN na jednici se zvyšují. Ve čtrnáctém roce se PN na 1 m^3 těžby vrátí na 100 %, ale při poklesu roční výkonnosti na 50 %. Z hlediska PN na jednici je možné předržet harvestor až na dvojnásobek odpisové doby s vědomím, že výkonnost stroje markantně poklesne.

U **vyvážečů** se do šestého roku zvyšují PN na 1 m^3 soustředěného dříví na 115 %, jako výsledek rostoucí poruchovosti a snižování výkonnosti na 80 %. Od sedmého roku klesají PN na 1 m^3 soustředěného dříví, jako důsledek toho, že přestávají být zatěžovány odpisy. Ale výkonnost při rostoucí poruchovosti dále klesá a PN na jednici se zvyšují. V jedenáctém roce se PN vrátí na 100 %, ale při snížení výkonnosti na 60 %. Z hlediska PN na jednici je možné předržet životnost vyvážečů asi na jedenáct let, při vědomí, že výkonnost stroje markantně poklesne.

U **SLKT** se do šestého roku zvyšují PN na 1 m^3 soustředěného dříví na 115 %, jako výsledek rostoucí poruchovosti a snižování výkonnosti na 80 %. Od sedmého roku klesají PN na 1 m^3 soustředěného dříví, jako důsledek toho, že přestávají být zatěžovány odpisy. Ale výkonnost při rostoucí poruchovosti dále klesá a PN na jednici se zvyšují. V devátém roce se PN vrátí na 100 %, ale při snížení roční výkonnosti na 65 %. Z hlediska PN na jednici je možné předržet SLKT na devět let, ale delší prodlužování životnosti doporučit nelze, protože se stářím prostředku prudce roste nákladovost, která v patnácti letech dosáhne 150 %, při poklesu výkonnosti pod 50 %.

Univerzální kolové traktory a **vozidla pro odvoz dříví** jsou prostředky podléhající vyšší míře dohledu nad jejich technickým stavem (podle zákona o provozu na pozemních komunikacích), a u nichž klesá výkonnost nejrychleji. V praxi bývají tyto prostředky v lepším technickém stavu než SLKT, ale vyžaduje to vyšší finanční prostředky na opravy, údržby a preventivní technické prohlídky. Proto u nich roste nákladovost nejrychleji ve vztahu ke stáří prostředku. Od prvního roku používání, do šestého roku, se postupně zvyšují PN na 1 m^3 soustředěného (odvezeného) dříví, jako výslednice snižování výkonnosti a růstu poruchovosti. Na konci odpisové doby lze očekávat pokles výkonnosti na 70 % a nárůst PN na 130 %. Od sedmého roku se na rozdíl od předchozích prostředků nesnižují PN na jednici pod 100 %, protože ani to, že se neúčtují odpisy, nestačí zastavit růst nákladů. V sedmém roce jsou náklady na jednici asi na úrovni 110 % původní hodnoty (poklesnou však pod úroveň předchozího roku asi o 20 %), a v dalších letech nákladovost roste při poklesu výkonnosti. Nejeví se tedy vhodné u této skupiny předržet prostředek nad odpisovou dobu.

Uvedený **model** je výsledkem zevšeobecněných údajů a průměrných dat, proto nemůže být absolutně přesný, ale může sloužit jako podklad pro rozhodování managementu firmy.

Vliv odpisů na hospodaření firmy nelze přeceňovat, ani podceňovat. Na úrovni firmy je třeba brát v úvahu, že odpisy nejsou reálným finančním tokem z firmy ven, ale úroky z úvěru, dividendy z vkladů

akcionářů a leasingové platby představují při pořízení stroje finanční tok mimo firmu. Tento **druhotný peněžní tok** zaujímá v podnikových režiích zvláštní místo, protože pokud je mnoho kapitálu umrtveno ve strojích, zásobách a budovách, může se celý hospodářský výsledek rozplynout v položkách druhotného peněžního toku. **Přeinvestování** je tak reálnou hrozbou i pro dobře fungující firmu. Před zadlužením je proto nutné provést **citlivostní analýzu** pro posouzení reálnosti splácení závazků při změně poměrů (o kolik % se změní zisk, pokud se zvýší cena nafty o 5,10,15 %; o kolik % se změní zisk, pokud poklesne cena výrobků na trhu o 5,10,15 % atd.). Neprovádění takové analýzy je bohužel časté, a lze vysvětlit tím, že firma se ochotně zadlužuje ve chvíli, kdy se jí daří ekonomicky dobře, a snadno podlehne iluzi, že konstelace okamžitých podmínek bude trvat věčně. Při stanovení podmínek splácení na hranici možností, pak může dojít k insolvenci firmy i při relativně malém výkyvu na trhu. Rozhodnutí, jak dlouho který stroj provozně využívat, tak má podstatně širší souvislosti, než se na první laický pohled zdá.

Prostředek	UKT nový	SLKT nový	SLKT odepsaný
Obsluha	2 osoby		
Dřevina, hmotnatost	jehličnaté dříví, 0,50-0,99 m³		
Podmínky	vyklizování lanem do 30 m, přibližování na 401 až 500 m		
Normočas	0,13 Nh/m³	0,08 Nh/m³	
Náklady na 1 Nh	230 Kč/Nh	380 Kč/Nh	275 Kč/Nh
Náklady na 1 m³	29,91 Kč/1m³	30,40 Kč/1m³	22,00 Kč/1m³
Výkonnost	7,69 m³/Nh 61,52 m³/směna	12,50 m³/Nh 100,00 m³/směna	
Nákladovost na 1m³	100 %	102 %	74 %
Denní výkonnost	100 %	162 %	

Tab. 4.40. Modelové srovnání výkonových a nákladových kalkulací pro odepisované a odepsané stroje

Běžné je, že účetně odepsaný, ale provozuschopný prostředek není sešrotován, a je prodán živnostníkovi, který s ním nabízí služby. Tento jev, který na první pohled vypadá, jako že si firma prodávající stroj vytváří konkurenci, má řadu souvislostí. Používání účetně odepsaného prostředku umožňuje živnostníkovi nabízet nižší cenu prací, což může v lokálním měřítku ovlivnit trh práce, ale jen pokud získá dostatek přímých zakázek. Častější je, že se živnostník stane subdodavatelem prací pro firmu (nezřídka tu, od které stroj koupil), a v tom případě k žádnému ovlivnění cen prací v místě nedojde, protože určující zůstane cena, za kterou firma zakázku vysoutěžila, a živnostník nedostane ani tuto cenu, ale jen její část. Podstatné je, že živnostník kupuje použitý prostředek za své úspory, ale konkurence velkých firem mu neumožní stanovit si cenu práce tak vysoko, aby během jeho zbytkové životnosti našetřil na jiný, případně tato možnost vznikne, ale živnostník si potřebu vytvoření účetní rezervy neuvědomí, a dočasný nadbytek financí použije na osobní spotřebu. Důsledkem tohoto procesu nejčastěji je, že po skončení životnosti stroje, končí svoji činnost i živnostník. Nákup odepsaného prostředku tak může být vhodným počinem, jen pokud bude používán v rámci vlastního lesního majetku (jeho práce nebude vstupovat na trh), nebo bude živnostník nabízet služby v regionu s malými vlastníky lesů, který leží mimo zájem velkých firem aplikujících velkovýrobní technologie, a kde se proto udržuje relativně autonomní tvorba cen prací.

Fikcí je, že cestou ke snížení PN na jednici výroby je **zvýšení směnnosti prostředků**. Pro kalkulaci přímých nákladů na provozní hodinu lze použít řadu vzorců, z nichž nejjednodušší je empirický vzorec OAKLEY (1971), použitelný v případě, že je potřeba odhadnout budoucí přímé náklady na provoz stroje, který ještě není u firmy používán, a proto nejsou v účetní evidenci k dispozici.

$$PN = \frac{CP \times k}{T}$$

kde: PN jsou přímé náklady na provozní hodinu v Kč
CP je pořizovací cena v Kč
k je empirický koeficient
T je teoretická životnost stroje v hodinách

Empirický koeficient *k* má hodnotu podle skupin prostředků, jeho stanovení pro ČR po roce 1990 bylo předmětem studie (Simanov, Navrátil, 1998), a stanoveny byly hodnoty koeficientu: harvestory 2,0; vyvážeče 2,5; SLKT 3,0; UKT 3,2; vozidla pro odvoz dříví 3,2.

Z uvedeného vztahu vyplývá, že pokud se nepodaří prodloužit životnost stroje, zůstane podíl odpisů na hodinu provozu stejný, bez ohledu na to, kdy bude technická životnost stroje naplněna. Vyšší časové využití stroje má tak inovační důvody technické a technologické. Skutečné **cesty ke snížení PN** jsou obtížnější, a jednou z nich je **koncentrace výroby**. Vliv na nákladovost výroby je v menší četnosti přesunů, na pracoviště se dopravuje větší počet pracovníků současně a výkonnost pracovníků je při dlouhodobějším nasazení na jednom místě vyšší. **Prevence a diagnostika poruch** má za cíl předejít závažným poruchám, majícím za následek vyšší náklady na opravy a delší prostoj. **Ponechávání strojů na pracovišti** snižuje spotřebu PHM, času a opotřebení strojů. Ty však musí být na pracovišti bezpečně zajištěny před odcizením nebo vandalským poškozením, a proto může být výhodnější nepřetržitý provoz. **Optimalizace technologií**, spočívající v co nejvhodnějším výběru technologií tak, aby byly splněny požadavky na výkonnost, bezpečnost práce, ekologickou šetrnost a nákladovost. **Řízení výroby**, aby celý výrobní proces probíhal beze ztrát a s optimálním využitím času. **Snižováním režijních nákladů** – kdy **středisková režie** spočívá především v nákladech na přípravu, řízení a ukončení výroby. Možnosti jejího snížení jsou v **optimalizaci velikosti střediska** - v nalezení hranice, kdy začínají být přínosy z koncentrace výroby pohlcovány zvýšenými náklady na řízení. Protože výše střediskových režijních nákladů souvisí s počtem zaměstnanců (pojištění, stravné, odlučné, ubytování, náhrady dovolených a státních svátků, školení pracovníků, vybavení ochrannými pomůckami, prostoje, doprava na pracoviště), bývají střediskové režijní náklady nižší při použití strojových technologií, než při technologiích motomanuálních. Praxe potvrzuje, že úspora režijních nákladů bývá tak výrazná, že může překrýt zvýšené PN u strojových technologií. **Skromnost** by měla být při vybavování vozidly, stavbami a nábytkem. **Další možnosti úspor** jsou v každodenním zvažování nejlevnějšího řešení (zajet osobně nebo vyřídit telefonem, dojet okamžitě nebo příležitostně). Pro **podnikové režie** platí rovněž potřeba optimalizace územní velikosti, skromnost ve vybavování a početnost řídícího a správního aparátu. Podnikové režie lze omezit snížením zásob v rozpracované výrobě, především surového dříví na lokalitách P a VM, a rozumným předzásobením spotřebními materiály (dodávky just-in time), aby potřeba úvěrování výroby a zásob byla co nejmenší.

4.11. Kontrolní činnost

Obecně spočívá kontrola ve srovnání stavu žádoucího se skutečným. Z časového hlediska se dělí na **kontrolu předběžnou** (např. kontrolu stavebních, pěstebních a těžebních projektů), **kontrolu průběžnou** - běžnou (kontrola dodržování pracovní doby, kvality práce, druhování dříví, bezpečnosti práce) a **kontrolu následnou** (kontrolní přejímky prací ve všech činnostech). Podle opakování se dělí na kontrolu **stálou**, **periodickou** (např. inventury) a **příležitostnou** – namátkovou. Podle zaměření – předmětu kontroly, může být kontrola hospodářská, finanční, mzdová, technická atd. Specifikem lesnictví jsou kontroly ochrany lesů, které se poněkud odlišují od ostatních kontrol. Z hlediska úplnosti jsou **kontroly úplné** – komplexní (např. kontrola hospodaření střediska), nebo **namátkové** (např. kontrola finanční hotovosti v pokladně). Podle způsobu provedení může být **kontrola administrativní** – formální, kdy se kontroluje jen formální správnost dokladů, nebo **věcná**, kdy se skutečnosti ověřují fyzicky.

Zvláštní poslání má oddělení technické kontroly (pokud ve firmě existuje), které permanentně kontroluje kvaltu výroby, tj. srovnává skutečnou kvalitu výrobků s příslušnými normami a uzancemi, a garantuje plnění kritérií certifikátů (ISO, PEFC), kterými firma disponuje.

Zvláštní poslání mají státní legislativou nařízené **inventarizace**, které mají za cíl uvádět v pravidelných časových intervalech (zpravidla 1 rok) do souladu skutečný stav s účetním. V lesním hospodářství je to především **inventarizace zásob dříví** (tzv. skontro), která může mít prodlouženou periodicitu jen v období kalamity, když by bylo provedení inventury příliš pracné a nepřesné. Vzhledem k tomu, že je v lesním hospodářství dříví přijímáno do evidence v m^3 bez kůry, ale prodej může být v jednotkách hmotnosti, či v prostorové míře; a často je dříví přijato jako nějaký sortiment surového dříví, ale z různých důvodů je nakonec prodáno jako sortiment jiný; jsou inventury dříví příležitostí, jak čas od času srovnat výkaz skladu se skutečností. Specifikem lesního hospodářství je ještě **inventarizace holin**

a **inventarizace výsadby schopného sadebního materiálu**. Obecně nařízené jsou inventarizace majetku (základních prostředků, zásob a předmětů postupné spotřeby) a inventarizace pohledávek.

Vnitřní kontrola je nedílnou součástí řízení, jako zpětná vazba procesu rozhodování. Řídit výrobu tedy není možné bez kontroly, která musí být systematická a důsledná, a musí vycházet z odborných znalostí a objektivního posouzení zjištěných skutečností. Mimoto je podle Zákoníku práce i základní povinností vedoucího pracovníka řídit a kontrolovat práci. Rozsah i obsah vnitřních kontrol, včetně běžných a kontrolních přejímek prací; pravidelných, mimořádných a předávacích inventur; bývá obsahem organizačních řádů, pracovních řádů, pracovních náplní a dalších právních norem podnikatelských subjektů. Protože se přesnost měření a druhování dříví významně podílí na zpeněžení dříví, a kvalita zalesňování se projevuje ve ztrátách, bývá ve firemních materiálech pro každou funkci výslovně uvedeno, jak velký podíl pěstební či těžební výroby má za povinnost osobně zkontrolovat. Obvyklé je, že povinnost 100% přejímky prací má předák skupiny, mistr ale již kontrolně přejímá jen část výroby, a podle úrovně řízení podíl kontrolních přejímek klesá až k řediteli. Alespoň symbolický podíl kontrolních přejímek by si měl ponechat každý výrobní ředitel, aby si udržel osobní přehled o kvalitě produkce.

V každé firmě musí existovat plán kontrol, který musí zajistit, aby každá organizační jednotka prošla čas od času komplexní kontrolou. Velké firmy mohou mít za tím účelem i samostatné kontrolní oddělení. Namátkové kontroly se obvykle umísťují na tu jednotku, na které existují signály určitých nedostatků (pracovní úraz – nedostatky v bezpečnosti práce, reklamace – nedostatky v kvalitě výroby, vysoké ztráty na zalesňování – nekvalitní sadba či sadební materiál, stížnost ochrany přírody – porušení technologické kázně atd.).

Mimo vnitřní podnikové kontroly existují **kontroly vnější**, legislativou stanovených institucí, např. Státní péčí o lesy, orgány činnými v trestním řízení, agendou stížností určitých institucí (prezident, ombudsman). Orgánům těchto institucí je firma povinna předložit požadované materiály, a poskytnout součinnost.

Kontrolou dotčená osoba má **právo vysvětlivek** ke kontrolnímu zápisu. Kontrolní zápis má být jen konstatační, nemá tedy obsahovat žádná hodnocení, podezření a pocity kontrolujícího.

5. BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI

Značná část technologií v lesním hospodářství využívá strojů a zařízení, přesto klíčová role v nich spočívá na člověku, který se na výrobních procesech podílí jako pracovní síla, ale i zprostředkovaně, jako konstruktér a tvůrce technologických a pracovních postupů. Podle charakteru aktivit člověka lze rozlišit práci na tělesnou (převažuje složka pohybová), smyslovou (převažuje složka příjmu informací) a duševní (převažuje složka zpracování informací). Toto rozlišení je ale teoretické, protože neexistuje práce jen jednoho druhu, bez podílu dalších složek. Při **práci tělesné** člověk pracuje silou svých svalů (s použitím nástrojů) a je v pravém slova smyslu pracovní silou. Při tělesné práci **dynamické** působí svalová síla člověka po určité dráze, a odpovídá fyzikální definici, práce = síla x dráha. Při tělesné práci **statické** působí svalová síla proti jiné síle (např. gravitaci), takže není možné měřit dráhu jejího působení; tím se vymyká fyzikální definici, a je definována jako působení síly po určitou dobu, práce = síla x čas. **Práce smyslová** využívá bez viditelné pohybové aktivity smyslové orgány a jim odpovídající zrakové a sluchové analyzátory v mozku. **Práce duševní** je aktivitou centrální nervové soustavy, bez významné pohybové aktivity, ale i bez podstatné aktivity smyslových orgánů. Výjimečnou formou práce duševní je **práce tvůrčí**.

Práci lze rozlišovat i podle míry účasti strojů a zařízení ve výrobě, či podle způsobu zapojení člověka v pracovním procesu, na práci manuální, motomanuální, animální, částečně mechanizovanou a plně mechanizovanou, až po kontrolu samostatně pracujících strojů, což je znakem **automatizace a robotizace**. Práce je předmětem zájmu více vědních oborů; rozdílnost pracovních činností zkoumá **profesiografie**; z ekonomického hlediska studuje práci **ekonomika práce**; prací jako sociálním jevem se zabývá **sociologie práce**; tělesné rozměry člověka zjišťuje **antropometrie**; výměnu látek a energií v lidském těle při práci studuje **fyziologie práce**; charakter pracovních pohybů **biomechanika**; zvláštnosti lidské psychiky ve vztahu k práci **psychologie práce**; prevencí nepříznivých důsledků práce na lidské zdraví se zabývá **hygiena práce**, a jejich nápravou **pracovní lékařství**; a hledisko pohodlí a ochrany zdraví při práci řeší při konstrukcí strojů a zařízení **průmyslový design**. Zvláštním oborem je potom přímo **studie práce,** které jsou více zaměřeny na normování, plánování sledu operací a úkonů, chronometráže apod.

Původ studií práce je obecně přisuzován publikaci "A piece-rate system being a step toward partial solution of the labor problem" ("Soustava kusové sazby, krok k vyřešení dělnické otázky") vydané v roce 1895 F. W. Taylorem v rámci Zápisu z činnosti americké společnosti technických inženýrů. Taylor byl přesvědčen, že pro každý úkon existuje „nejkratší čas", který by mohl být vynaložen „prvotřídním pracovníkem" aniž by došlo k využití jeho plné kapacity. Prvotřídní pracovník byl takový pracovník, který se nejlépe hodil k vykonání dané činnosti díky přirozeným a nabytým schopnostem včetně vybavení správným náčiním. Nejkratší čas byl pak základem pro normovaný čas, který byl tedy stanoven pomocí vědeckého bádání a použit pro účely pracovního managementu. Definice normovaného času byla zásadní pro nastavení systému jednotlivých úkonů a pro nalezení „nejvhodnější cesty" k vykonání dané činnosti. Normovaný čas se skládal ze tří segmentů: 1 – pracovní čas, 2 – čas potřebný pro překonání únavy (odpočinek), 3 – čas pro překonání nabytých zpoždění. Ke komplexním úkonům pak bylo jednoduše přistupováno jako k součtu elementárních úkonů a jejich obvyklé trvání bylo vypočítáno jako součet obvyklé délky trvání každé dílčí činnosti. Odtud pochází prvotní časové studie. Některé z Taylorových původních myšlenek byly kritizovány hned záhy. Známý ekonom A. C. Pigou již v roce 1930 prezentoval, že každý se učí postupně a že neexistuje jediná nejlepší cesta, jak provést konkrétní úkon. Další známou kritikou je, že čas potřebný k vykonání komplexního úkonu není nutně součtem časů potřebných k vykonání elementárních pod-úkonů, neboť zde často existuje souvislost mezi dílčími pod-úkony ve vzájemném vztahu, což vede k úsporám času nebo naopak k jeho plýtvání. Nezávisle na kritikách nastolila původní Taylorova filozofie managementu práce jako disciplínu, na jejíž myšlenky se do dnešní doby odvolávají moderní techniky pracovních studií i po 100 letech od jejich prvotní formulace. Na těchto základech jsou založeny soudobé studie práce jdoucí do hlubokého detailu, využívající statistické metody hodnocení s dopadem na efektivitu práce. **Studie práce** je vědní odvětví zabývající se prací a jejím měřením včetně: studií práce samotné, strojů, nástrojů a dalším zařízením používaným k práci a metod i organizací práce. **Pracovní studie** je potom systematická studie technických, psychologických, fyziologických, sociálních a organizačních aspektů práce. Poskytuje kritická hodnocení aktuálního a navrhovaného stylu práce. Pracovní studie jsou

založeny na objektivitě, pozorování a analýze. Je aplikována za účelem zvýšení produktivity. S ní ruku v ruce jdou **studie organizace práce,** což jsou systematické studie zaměřené na systém, organizační strukturu a vztahy za účelem popsat organizaci práce a navrhnout její zlepšení.

Studijní metody jsou systematické a kritické analýzy postupů práce za účelem navržení zlepšení. **Měření práce** je způsob aplikace technik vedoucích k měření:1) vstupů materiálů do produktivního procesu, 2) postupu práce a 3) výstupů ve formě produkce. U pracovního personálu mohou obsahovat: spotřeby času, postup práce (pracovní proces), fyzickou a mentální zátěž atd. U strojního vybavení mohou obsahovat: spotřebu času, opotřebení, postup práce (pracovní proces), spotřebu energie atd. Navíc je běžné, že obsahují popis předmětu zpracování (strom a jeho charakteristika z hlediska velikosti apod.), pracovního prostředí (terén, počasí apod.) a kvalitu i kvantitu produkce. **Měření času** (časoměrné studie, chronometráže) je měření, klasifikace, systematizace a analýza spotřeby pracovního času s cílem eliminovat nežádoucí prostoje. **Studie pracovního procesu** jsou systematické analýzy postupu práce s cílem popsat kroky, eliminovat zbytečné kroky a navrhnout návaznost zbývajících kroků do nejvýhodnějšího řetězce zvyšující efektivitu operací. Všechny výše uvedené studie práce jsou úzce provázány s bezpečností při práci

Práce přispěla k humanizaci člověka a vytváří všechny užitné hodnoty. Proto je její význam pro lidstvo nezměrný. Na druhé straně představuje pro organismus člověka zátěž, která může mít i nepříznivé účinky. Proto je nutné práci zkoumat s cílem poznání jejích zákonitostí a dosažení nejvyššího stupně humanizace práce, který je v daných podmínkách možný. S tímto cílem zkoumá pracujícího člověka, stroje a zařízení pro výrobu, prostředí ve výrobních procesech a vzájemné vztahy mezi nimi mezioborová věda **ergonomie**.

5.1. Charakteristika lesní výroby z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

Lesní výroba probíhá celý rok pod vlivem měnících se přírodních podmínek; člověk při ní manipuluje s rozměrnými a hmotnými předměty nestandardních tvarů, majících nerovnoměrně umístěné těžiště; vykonává těžkou, až extrémně těžkou práci (stahování zavěšených stromů, kopání jamek v kamenité půdě); rychle se měnící přírodní podmínky ovlivňují výrobní proces předem těžko odhadnutelným způsobem; používány jsou mobilní stroje, pohybující se neupraveným terénem s rizikem jejich převrácení; manipuluje se s chemickými látkami, přípravky, palivy a mazivy; pracovníci jsou v přímém a dlouhodobém kontaktu s mobilními stroji (motorovými pilami), které jsou relativně těžké, jsou zdrojem hluku, vibrací a výfukových zplodin, a obsluhovány jsou v nepříznivé poloze těla. Proto je práce v lesnictví nejen fyzicky namáhavá, ale i riziková. Např. profese dřevorubce/káceče je v celosvětovém měřítku profesí, ve které dochází nejčastěji ke smrtelným úrazům. Časté jsou u pracovníků v lesnictví choroby z prochlazení, nebo naopak zdravotní komplikace způsobované přehřátím organizmu a nedostatečným příjmem tekutin během pracovní směny; choroby pohybového aparátu vyvolané jeho přetěžováním (a v kombinaci s prochlazením); i onemocnění trávicího ústrojí, ovlivněná působením otřesů, nefyziologickou polohou při práci, nepravidelnou a studenou stravou a nedostatečným pitným režimem. Relativně častá jsou i onemocnění způsobovaná či přenášená živými organismy (bodnutí hmyzem, hadí uštknutí, klíšťová encefalitida, lymská borelióza, malárie, tetanus). Lesní výroba tak představuje různorodé a rizikové aktivity, v jejichž důsledku může dojít ke škodám na zdraví člověka. Svou rizikovostí a namáhavostí bývá motomanuální práce v lesní těžbě přirovnávána k práci v dolech či hutnictví. Podle druhu činnosti ale dochází k největšímu počtu pracovních úrazů při jízdách motorovými vozidly – celosvětově je šest smrtelných pracovních úrazů z deseti, následkem dopravní nehody! To je třeba mít na paměti při vybavování firmy osobními vozidly (car policy), nešetřit neúměrně na volitelném vybavení vozidel bezpečnostními prvky, a dbát na dodržování max. povolené rychlosti a povinných přestávek v jízdě u nákladních vozů (dohoda AETR).

Vývoj nových strojů a technologií sice snižuje riziko pracovních úrazů, ale přináší rizika nová (psychosociální zátěž, profesionální dermatózy vyvolané chemickými přípravky). Přes veškerý technický a technologický pokrok si zachovává značný význam **lidský faktor**, který je obecně nejméně spolehlivý, což se projevuje tím, že i u plně kvalifikovaných pracovníků - pracovníků proškolených, přezkoušených a s dostatečnou praxí, dochází k úrazům, způsobeným ignorováním zásad bezpečnosti práce, vědomým riskováním nebo chybným posouzením situace, či špatným zvládnutím pohybových úkonů jako reakce na zrakové a sluchové podněty. Proto nelze nikdy riziko pracovního úrazu a

onemocnění chorobou z povolání zcela vyloučit. Obecně je **riziko** nebezpečím neúspěchu, nezdaru, ztráty či škody při nějaké činnosti a zahrnuje pravděpodobnost vzniku takové škody i velikost jejího následku. Člověk přirozeně usiluje o to, aby se vyhnul známým rizikům a aby omezil nebezpečí ohrožující jeho zdraví a život, a to vědomě i podvědomě (pud sebezáchovy). Rizika lze omezovat, ale ne absolutně, protože vyloučit všechny nebezpečné činitele nelze. Je jich nepřeberné množství a opatření k vyloučení některých, vytváří rizika nová. V praxi se usiluje o **přijatelné riziko**, což znamená, že se známá závažná rizika udržují na tak nízké úrovni, jak je v daných ekonomických a sociálních podmínkách rozumně možné. Nejúčinnější způsoby omezování rizika úrazů při práci mají v rukou konstruktéři strojů a výrobních zařízení a tvůrci technologických postupů. Konstrukcí strojů a zařízení a volbou technologických principů lze úplně nebo částečně vyloučit nebezpečný faktor, např. nahradit jedovatou látku nejedovatou, nebo méně nebezpečnou; úplně nebo částečně zakrýt mechanické převody převodovou skříní; zakrýt kotouč pily otevíratelným krytem; použít bezpečnostní řezací řetěz místo obyčejného; vzdálit člověka z **ohroženého prostoru** dálkovým ovládáním nebo prací v bezpečnostní kabině; a není-li to možné, vyšší výkonností stroje zkrátit dobu jeho prodlévání v ohroženém prostoru; či alespoň nebezpečný faktor zviditelnit a zvýraznit, a tak na něj upozornit (barevné značení, výstražná světla a majáky na pojízdných pracovních strojích). Zaměstnavatelé a zaměstnanci mohou rizika úrazu snižovat méně účinnými způsoby - ochranou člověka pracovním oděvem chránícím před pořezáním řetězem motorové řetězové pily, a působením na něj stanovením závazných pravidel a bezpečných pracovních postupů, odbornou kvalifikační přípravou, a periodickým proškolováním a přezkušováním znalostí zásad hygieny, bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Pracovník lesní výroby	Klima a počasí	Chlad
		Teplo
		Vlhko
	Charakter opracovávaného materiálu	Velká hmotnost
		Velké rozměry
		Různorodý tvar (obtížně odhadnutelné těžiště)
	Přírodní vlivy	Terén (sklon, členitost, povrch, kryt)
		Proměnlivost v místě a čase (mikrorelief, kluzkost)
		Ohrožení živými organismy
	Charakter práce	Fyzická namáhavost
		Neuropsychická zátěž
		Rizikovost

Tab. 5.1. Vlivy působící na pracovníka lesní výroby

Výkon, jako intenzitu práce člověka, je u práce tělesné možné stanovit ve fyzice obvyklým způsobem, množstvím práce (v kJ, MJ) za jednotku času, což umožňuje objektivně hodnotit namáhavost různých prací. V ostatních případech je možné intenzitu a namáhavost práce posuzovat nepřímými metodami - podle zvýšení tepové frekvence, krevního tlaku či tělesné teploty (což lze ale použít i u práce tělesné).

Kategorie obtížnosti práce	Energie kJ . min^{-1}	Spotřeba O_2 l . min^{-1}	Ventilace l . min^{-1}	Srdeční frekvence SF . min^{-1}
Velmi lehká	<10,5	<0,5	<10,0	<75
Lehká	10,6 – 20,9	0,6 – 1,0	10,1 – 20,0	76 - 100
Středně těžká	21,0 – 31,4	1,1 – 1,5	20,1 – 35,0	101 - 125
Těžká	31,5 – 41,8	1,6 – 2,0	35,1 – 50,0	126 - 150
Velmi těžká	41,9 – 52,3	2,1 – 2,5	50,1 – 65,0	151 - 175
Extrémně těžká	>52,4	>2,6	>65,1	>176

podle Christensena, Buskirka, Berggrena, Lehmana, in: Čermák, 1968

Tab. 5.2. Rámcové hodnocení obtížnosti práce

5.2. Osobní předpoklady pro práci

Způsobilost jedince pro konkrétní práci charakterizují jeho **osobní předpoklady**, což jsou osobní vlastnosti, důležité pro vykonávanou práci. Podle druhu práce to může být svalová síla, rychlost, pohyblivost, schopnost koordinovat pohyby a prostorová orientace - pro tělesnou práci dřevorubce; zraková ostrost, schopnost prostorového hloubkového vidění a barvocit - pro smyslovou práci řidiče či obsluhy manipulátoru; nebo paměť, schopnost rychlého soustředění a přepojování pozornosti - pro převážně duševní práci operátora manipulační linky. Přítomnost a míra některých osobních vlastností předurčuje jedince pro určitý druh práce (schopnost prostorového vidění operátora pracovního stroje s výložníkem), přítomnost, nebo míra jiných, jej naopak z určitého druhu práce vylučuje (barvoslepost u řidiče). Menší vloha jedné požadované vlastnosti může, ale nemusí být vyrovnána vyšší vlohou vlastnosti jiné. Míra osobních předpokladů jedince je vrozená (např. zraková ostrost), ale není jednoznačná a neměnná, protože se mění s věkem a zdravotním stavem, ale i s okamžitým stavem tělesným a duševním. V širším smyslu slova je osobním předpokladem **kvalifikace**, prokazovaná zpravidla zkouškou na závěr odborné přípravy. Pro práce, při kterých mohou být ohroženy životy a zdraví lidí nebo značné majetkové hodnoty, mohou být kvalifikace i závažné osobní předpoklady (zdravotní a duševní způsobilost) stanoveny zvláštními předpisy (pro řidiče motorových vozidel, střelmistry, strojvůdce). Při posuzování způsobilosti k práci je zvláštním případem **práce mladistvých**, na které se pohlíží jako na osoby, jejichž organismus neukončil svůj vývoj, a nepřiměřená práce může vést k nevratným poškozením vyvíjejícího se organismu. Proto je práce mladistvých legislativně upravena (vyloučeny jsou práce představující vysokou zátěž organismu i práce s vysokým rizikem pracovního úrazu nebo onemocnění z povolání). Výjimky z těchto omezení nebo jejich časové limitování, jsou možné u mladistvých jen v průběhu přípravy na povolání. Podobně je legislativou upravena práce **žen**, **těhotných žen a matek do 6 týdnů po porodu** s cílem vyloučit práce, které by mohly způsobit poškození reprodukčních orgánů žen či plodu, a respektován by měl být fakt, že organismus ženy je schopen bez nepříznivých důsledků snést pouze 60 % průměrného silového výkonu organismu muže. Omezení se týká zejména max. energetického výdaje za směnu; hmotnosti břemen a četnosti manipulace s nimi; vibrací; práce se zvířaty; práce ve fyziologicky náročné poloze; hluku; práce s jedy; práce ve výškách (nad 1,5 m!); tepla a chladu; noční práce; celkové doby práce.

Požadavky na pracovníka	Odpovídající předpoklady
Distributivní pozornost	Zrak Sluch
Předvídavost	Intelekt Kvalifikace Praxe (zkušenost)
Fyziologické předpoklady	Hloubkové vidění Zraková ostrost Barvocit Vizuálně-motorická koordinace Bez predispozic k cévním a sluchovým chorobám
Psychologické předpoklady	Osobnost bez predispozice k chybnému jednání

Tab. 5.3. Požadavky na pracovníka, a tomu odpovídající předpoklady

Vstupní lékařská prohlídka může vyloučit uchazeče, nemající pro výkon profese dostatečné předpoklady, a druhým důvodem pro vyloučení uchazeče mohou být některé **vrozené predispozice** (cévní choroby, sluchové poruchy), vytvářející předpoklady pro onemocnění chorobou z povolání. Většina informací, důležitých pro pracovníka v lesnictví, je ve vnějším prostoru, ve kterém se okolnosti a podmínky neustále rychle mění. Z hlediska psychologie práce proto **dominují požadavky na distributivní pozornost** (schopnost současného sledování více míst), **předvídavost** (podmíněnou intelektem a získanou odbornou kvalifikací a praktickými zkušenostmi) a **fyziologické předpoklady** (hloubkové vidění, odhad vzdáleností, přiměřená zraková ostrost a barvocit, dobrá vizuálně-motorická koordinace). **Výběr pracovníků psychologickými metodami** je nezbytný u profesí, kdy jejich chybný výkon může ohrozit větší počet osob (střelmistři, řidiči odvozních souprav, strojvedoucí lokotraktorů na manipulačních skladech), a žádoucí v případech, kdy má pracovník svěřen stroj či zařízení s velkou pořizovací cenou a výkonností (operátoři harvestorů, vyvážecích traktorů/souprav a manipulačních linek). Většinou se jedná o zjišťování intelektuální úrovně, motivace, speciálních dovedností, osobnosti

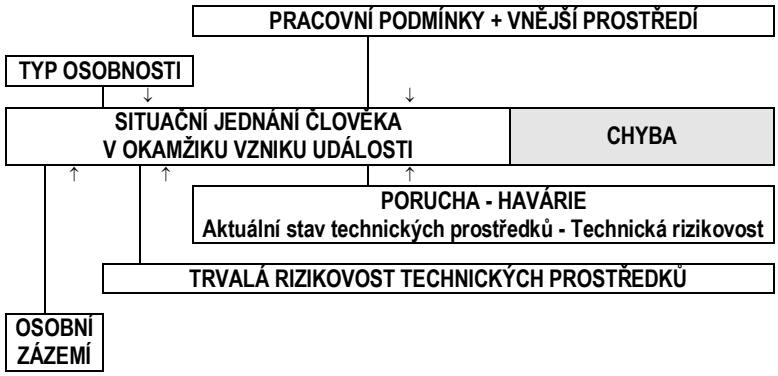
a osobnostních rysů (zjištění senzorické a mentální kapacity, zátěžové tolerance). Úspěšnost predikce psychologického výběru se pohybuje mezi 60-70 %.

Absolvování kvalifikačních kurzů (dřevorubců, traktoristů - strojníků, obsluh hydraulických jeřábů a manipulátorů) slouží nejen k získání samotného kvalifikačního průkazu, ale i k nácviku modelových situací, se kterými se může pracovník v praxi setkat, a k osvojení řešení některých rizikových situací na trenažérech. Odbornou kvalifikaci lze získat jen v kursech autorizovaných (akreditovaných) organizací.

5.3. Pracovní úrazy

Při práci může člověk v důsledku nebezpečného činitele utrpět akutní újmu na zdraví nebo životě, nazývanou **pracovní úraz**, nebo v důsledku dlouhodobého působení škodlivého činitele újmu chronickou, **nemoc z povolání**. Pracovní úraz je poškození zdraví, nebo smrt, způsobené postiženému nezávisle na jeho vůli krátkodobým, náhlým a násilným působením vnějších vlivů při plnění pracovních úkolů, nebo v přímé souvislosti s nimi. **Pracovní úraz smrtelný** je takový, který způsobil postiženému smrt ihned, nebo kdykoliv později, nastala-li smrt podle lékařského posudku následkem tohoto úrazu. **Pracovní úraz těžký** je úraz, který měl za následek ztrátu orgánu (anatomickou nebo funkční) nebo jeho podstatné části, anebo takové poškození zdraví včetně průmyslové otravy, které lékař označil za těžké. **Pracovní úraz hromadný** je úraz, kdy při téže události byly zraněny nejméně tři osoby, z toho alespoň jedna těžce, nebo kdy bylo najednou zraněno více než 10 osob. **Pracovní úraz ostatní** je úraz, který nelze zařadit jako úraz smrtelný, těžký či hromadný. **Úraz mimopracovní** je úraz, který byl způsoben při činnosti, která není ve vztahu k zaměstnavateli, např. cestou do zaměstnání a zpět, ale také úraz způsobený při pracovní činnosti na pracovišti, konané ale bez vědomí nebo bez souhlasu zaměstnavatele. Míra úrazovosti firmy, resortu atd., se posuzuje podle **četnosti pracovních úrazů** – počet zraněných na 100 zaměstnanců za časové období roku, a **závažnosti pracovních úrazů** – průměrná délka léčení pracovního úrazu v kalendářních dnech.

Člověk v pracovním procesu je vystaven vlivu vnějšího prostředí, a pracuje v trvalém riziku působeném používanými technickými prostředky, jejichž rizikovost vzrůstá v okamžiku jakékoliv poruchy. Na všechny tyto vlivy zvenčí člověk reaguje. Mimo ně na něj působí i jeho osobní zázemí (neklid při onemocnění v rodině) a typ osobnosti. Reakcí pracovníka na změnu situace na pracovišti (zavěšení káceného stromu, poryvový vítr, mlha, porucha stroje) je **situační jednání**, jako výsledek rozhodovacího procesu. V naprosté většině případů je situační jednání správné, a vede k okamžité změně pracovního postupu, nebo k úniku pracovníka z ohroženého prostoru. Jen v malém počtu případů pracovník vyhodnotí situaci špatně, a důsledkem toho je chyba v situačním jednání, vedoucí k nehodě, technické havárii nebo úrazu.



Tab. 5.4. Schematický průnik příčin rizikového chování člověka

Situační jednání člověka v okamžiku chyby – co pracovník neudělal, neměl udělat a udělal, udělal a neměl udělat, či udělal špatně, se většinou týká jeho motorické (pohybové) činnosti (neustoupení do bezpečné vzdálenosti), nebo složky intelektuální (chybný odhad situace, nedodržení pracovního postupu, nerespektování předpisů, nesprávná úvaha a rozhodnutí o další činnosti). Situační jednání má přímou souvislost s **osobností**, která je relativně stabilním souhrnem projevů, činností, jednání a postojů, v nichž se odráží způsob, jakým se člověk vyrovnává s požadavky vnějšího světa v pracovním i mimopracovním životě. V jeho postojích a aktivitách hraje úlohu charakter, temperament, hodnotová

soustava, motivace a další složky osobnosti. Proto v průběhu času dochází i ke změnám osobnosti. Ne vždy jsou tyto změny vyvolané věkem, např. ženatí pracovníci se chovají odlišně od svobodných vrstevníků, což se vysvětluje jejich vědomím odpovědnosti k rodině. Následující osobnosti mají predispozice k potenciálnímu chybování a selhání, proto jsou zcela nevhodní jako vedoucí pracovních skupin: **Osobnost dominantní** je nadměrně sebevědomá až agresivní, reaguje na slabé podněty pomalými emocemi, afekty a agresí. Jednáním a chováním v mimořádných situacích vyvolává v pracovním kolektivu napětí a stresové stavy, které mohou být příčinou jejich neracionálního zvládnutí a chybných rozhodnutí. **Osobnost submisivní** je nesamostatná, odkázaná na pomoc jiných, váhavá, málo energická, nerozhodná, která jednáním a postoji může v pracovním kolektivu vyvolat nejistotu a nerozhodnost při řešení mimořádných situací. **Osobnost se sklonem k rizikovému jednání** je impulsivní, podceňující možné důsledky rizikového jednání a vědomě nedodržující zásady bezpečnosti práce, přesvědčená že všechno zvládne a že se nic nestane. Tím může mít negativní vliv i na skupinové chování. **Osobnost s malou zátěžovou tolerancí** a omezenou schopností racionálně řešit i jednodušší situace je snadno ovlivnitelná vnějšími faktory prostředí a neschopná zvládnout mimořádné situace v časovém tlaku. **Osobnost impulsivní** má zkratkovité jednání, rychle se rozhoduje, aniž zváží a zhodnotí význam důsledků. Má oslabené brzdící mechanismy a snadno podléhá prudkým emočním stavům v podmínkách nutnosti rychlého racionálního uvažování. **Osobnost se sklonem k úrazům** má omezenou schopnost odhadnout riziko úrazu. Příčinou může být nedostatečné zvládnutí požadovaných pracovních stereotypů, neschopnost adaptace na proměnlivé podmínky, špatná pohybová koordinace, nesoustředěnost, nepozornost, malá sebedůvěra, strach, nervozita, pomalé reakce, chybné odhady vzdáleností a rychlostí, což může být i důsledek smyslových poruch.

Pracovní úraz představuje špičku ledovce v tom smyslu, že na 1 pracovní úraz připadá 300 "skoronehod" (near accident), situací, kdy byly splněny všechny předpoklady pro vznik úrazu, ale jen shodou šťastných okolností nenastal; a v 9 000 případů byly na pracovišti nebezpečné podmínky nebo si pracovník počínal nebezpečně. Tento jev je označován jako **pyramida nehod (**pyramid of accidents), a vyvozuje se z něj, že u firem s vysokou četností pracovních úrazů je nedostatečná úroveň úrazové prevence.

Obr. 5.1. Pyramida nehod (pyramid of accidents)

V bezpečnosti práce hraje roli **domino efekt**, vyjadřující řetězové kauzální závislosti mezi příčinami a následky. Nízká odborná kvalifikace řídících pracovníků způsobuje nízkou úroveň kontrol bezpečnosti práce na pracovištích, nízká úroveň kontrol pak způsobuje přetrvávání nebezpečných podmínek na pracovišti a pracovní úraz je tak až posledním "padajícím dominem v řadě".

Při každé činnosti vzniká **ohrožený prostor**, a vstup do něj bývá nejčastější příčinou pracovních úrazů. Při kácení je ohrožený prostor vymezen kruhovou plochou o poloměru dvojnásobku výšky káceného stromu; u přibližování dříví je ohrožený prostor v blízkosti dopravovaného dříví, ve směru tahu lan a ve vnitřním úhlu lan při použití kladek a navijáků; pod lany lanových dopravních zařízení; na svahu pod přibližovaným dřívím; při nakládání dříví na vyvážecí traktory/soupravy je pod jeřábem a břemenem, atd. Nebezpečí vzájemného vstupu do ohroženého prostoru je výrazné při kontinuální výrobě, kdy na jednom pracovišti probíhá kácení, přibližování, vyvážení a odvoz dříví současně. Úloha řídícího pracovníka (mistra) proto musí spočívat ve skutečném **řízení prací**, a ne pouze v registraci vyrobeného dříví.

I při největší opatrnosti nelze riziko úrazu naprosto vyloučit, a proto musí být dodržována hlavní zásada **nepřipustit práci osamoceného pracovníka**! Pracovník může pracovat individuálně, ale v blízkosti musí být další osoba schopná poskytnout pomoc. Všichni pracovníci musejí být vybaveni alespoň kapesním obvazovým balíčkem první pomoci a v prostředcích pro soustřeďování a odvoz dříví musí být lékárnička. Pro rychlý převoz zraněného k lékaři se doporučuje mít na pracovišti vozidlo, nebo alespoň

vybavit pracoviště mobilním telefonem či vysílačkou. Dřívější **traumatologický plán** - mapa s očíslovanými body, označenými v terénu tabulkami (dosud mnohde existujícími) pro příjezd sanitního vozu, uložená u sanitní služby a známá pracovníkům provozu, ztratil v souvislosti s atomizací lesních majetků, privatizací sanitní služby a uzavíráním lesních cest závorami význam a spoléhat na znalost místních názvů při přivolávání sanitní služby je nespolehlivé. Všichni pracovníci by měli znát **zásady první pomoci**, jejímž cílem je zachránit zraněnému život a vytvořit co nejlepší podmínky pro jeho další léčení. První pomoc (se zásadou neublížit postiženému tělesně ani psychicky) zahrnuje úkony, které se z hlediska naléhavosti řadí takto:

- zastavení krvácení (i dočasným opatřením)
- zabránění dušení a vdechování krve či zvratků
- přiložení sterilního obvazu na ránu
- znehybnění poraněné části těla
- umělé dýchání (pokud je potřeba)
- přesun zraněného k lékařskému ošetření.

Snižování rizika pracovních úrazů má rovinu **humanitární**, sledující snižování lidské bolesti, omezení trvalých následků (zmrzačení), citových traumat (ztráty manžela, otce, vyrůstání dětí v neúplných rodinách), a **ekonomickou**, protože je pracovní úrazovost spojena s vyplácením nemocenských dávek, sirotčích, vdovských a invalidních důchodů, odškodněním bolestného a snížení společenského uplatnění, regresních náhrad, pojistných náhrad, s nevytvářením hrubého národního produktu a čerpáním nákladů na zdravotnictví. Ekonomické ztráty, vyplývající z pracovní úrazovosti, jsou v úrovni podnikové ekonomiky nízké (účetně sledovaná jsou jen 2-3 % z celkových ztrát a nákladů, skutečné dosahují 10-13 %), ale většina ztrát a nákladů se projevuje až v úrovni ekonomiky národohospodářské. **Neexistuje tedy záruka, že na úrovni podniku bude existovat dostatečně silný ekonomický tlak na snižování pracovní úrazovosti a zlepšování pracovních podmínek**. Proto každý stát vytváří legislativní rámec pro bezpečnou práci a na bezpečnost práce dozírá prostřednictvím odborného dozoru. Kontrolu dodržování podmínek bezpečné práce lze očekávat od zdravotních pojišťoven i odborových svazů. Jako výchovný prostředek vůči firmám existují regresní náhrady, které může orgán státní správy předepsat zaměstnavateli jako sankci (nikoliv úhradu skutečných společenských ztrát a nákladů) za pracovní úraz, resp. chorobu z povolání. Pro regresní náhrady existuje sazebník, který může být u firmy s vyšší, než resortně průměrnou úrazovostí indexem zvýšen!

<table>
<tr><td>Nevytváření HDP</td><td>50 % ztrát</td><td rowspan="4">Státní rozpočet</td></tr>
<tr><td>Náklady zdravotnictví</td><td>30 % nákladů</td></tr>
<tr><td>Nemocenské dávky</td><td></td></tr>
<tr><td>Důchody (invalidní, vdovské, sirotčí)</td><td></td></tr>
<tr><td>Pojistné náhrady</td><td colspan="2">Náklady pojišťoven</td></tr>
<tr><td>Náklady na neobsazené pracovní místo</td><td rowspan="8">10–13 % ztrát a nákladů</td><td rowspan="8">Ztráty a náklady na úrovni firmy</td></tr>
<tr><td>Organizační náklady</td></tr>
<tr><td>Regresní náhrady</td></tr>
<tr><td>Bolestné</td></tr>
<tr><td>Snížení společenského uplatnění</td></tr>
<tr><td>Ušlý výdělek</td></tr>
<tr><td>Náhrada věcné škody</td></tr>
<tr><td colspan="3">2–3 % všech ztrát a nákladů je účetně evidováno na úrovni firmy</td></tr>
</table>

Tab. 5.5. Ztráty a náklady související s pracovními úrazy, podle místa úhrady

Při snižování pracovní úrazovosti je třeba postupovat **metodou hlavního článku** - zaměřit se na nejvýznamnější a nejčetnější úrazová rizika, k jejichž vytipování může sloužit statistické vyhodnocení **záznamů o úrazu**, které je organizace povinna sepsat o každém pracovním úrazu, při kterém vznikne pracovní neschopnost (do 48 hodin od vzniku úrazu), a které obsahují identifikaci zdroje i příčiny úrazu. Vzhledem k tomu, že se s rozvojem výrobních procesů mění zdroje i příčiny pracovních úrazů, jedná se o permanentní proces. V případech **smrtelných, těžkých a hromadných úrazů** (a průmyslových havárií) je organizaci uložena **ohlašovací povinnost**, což je neprodlené ohlášení události policii, státnímu odbornému dozoru, odborovému svazu a v případě úrazů a nehod na pracovištích podléhajících Báňskému úřadu i jemu. Protože v praxi běžně dochází ke zraněním nevyžadujícím pracovní

neschopnost, u kterých se ale po určité době mohou dostavit komplikace vyžadující léčení (otravy krve po škrábnutí ocelovým lanem, poškození obratlových plotének krátkodobým přetížením), má být u zaměstnavatele vedena **kniha drobných úrazů**, ve které se zjednodušeným způsobem zaznamenávají veškerá drobná zranění bez pracovní neschopnosti, aby existovaly v případě zdravotních komplikací (nebo sporů zda se jedná o pracovní či nepracovní úraz) podklady pro spravedlivé odškodnění.

Výchova k bezpečné práci, jako součást úrazové prevence, spočívá ve školení pracovníků, přezkušování jejich znalostí, a v propagaci bezpečné práce. V tomto směru je významná **metoda kladného příkladu**, spočívající např. v tom, že technický pracovník nosí na pracovišti ochrannou přilbu.

Vstupní lékařská prohlídka	
Periodické lékařské prohlídky	
Kvalifikace pracovníka	Odborná kvalifikace (průkaz odbornosti)
	Kurzy a školení
	Přezkušování
	Praxe
Technická opatření	Technizace prací (mechanizace, dálkové ovládání, bezpečnostní kabina)
	Prevence havárií (technické prohlídky vozidel)
	Revize (elektrických a zdvíhacích zařízení, tlakových nádob)
Organizační opatření	Organizace práce (pracovní skupiny, dvojice)
	Převedení „úrazového“ pracovníka na jinou práci
	Pracovní režimy
	Fyziologicky zdůvodněné výkonové normy, časová mzda u rizikových prací
	Používání ochranných pomůcek
	Přímé řízení rizikových prací
	Vybavení prostředky první pomoci
Motivace k bezpečné práci	Kontrola
	Výchova (propagace, kladný příklad, kladná motivace)
	Sankce

Tab. 5.6. Součásti úrazové prevence

V případě pracovního úrazu (a prokázané nemoci z povolání) je zaměstnavatel povinen poskytnout pracovníkovi **odškodnění**, sestávající z položek: **vyrovnání příjmu do výše průměrného výdělku** (ušlý výdělek). Protože jsou nemocenské dávky nižší než průměrný výdělek, je pracovníkovi po celou dobu léčení vyplácen rozdíl mezi nemocenskými dávkami a jeho průměrným výdělkem. U nemocí z povolání je tento rozdíl vyplácen i po ukončení pracovní neschopnosti a přeřazení pracovníka na jinou práci, pokud u něj dojde k poklesu výdělku. Při dlouhodobých vyrovnáváních by vlivem inflace a změn v tarifních mzdách klesala reálná hodnota vyrovnání, proto se vyrovnání příjmu přepočítává na teoretický průměrný výdělek. Pokud nedojde k dohodě o způsobu valorizace, rozhodne o něm soud. **Bolestné** se vyplácí jednorázově, podle počtu bodů, přiznaných lékařem, jako vyjádření míry utrpěné bolesti. **Snížení společenského uplatnění** se vyplácí rovněž jednorázově podle bodové hodnoty vyjadřující u trvalých následků úrazu či choroby z povolání míru následného omezení ve společenském uplatnění postižené osoby. To zahrnuje jak omezení v další volbě povolání, tak vzhledové či funkční poškození osoby. Na rozdíl od bolestného, které je pro všechny věkové kategorie stejné, se ocenění snížení společenského uplatnění výrazně snižuje s věkem poškozeného. **Náhrada věcné škody** je finanční náhrada za poškození a zničení osobních předmětů, které měl poškozený v době úrazu u sebe, a jejichž používání se při vykonávání příslušné profese považuje za obvyklé (hodinky). Netýká se např. klenotů, a také ochranných prostředků, protože ty vydává firma vždy, když ztratí svoji ochrannou funkci. Dojde-li tedy při úrazu ke zničení přilby, vydává se nová. Uvedené položky odškodnění se vyplácejí v plné výši jen v případě, že se jedná o úraz či chorobu z povolání způsobené běžnými pracovními riziky (vyšší mocí), ve všech ostatních případech se náhrady krátí podle **míry spoluviny poškozeného**. V případě, že se zaměstnavatel vyviní (prokáže, že vina je výhradně na pracovníkovi, např. při požití alkoholu či drog), odškodnění se neposkytuje vůbec!

5.4. Nemoci z povolání

Poškození zdraví při práci může nastat okamžitě (úrazovým dějem), ale i dlouhodobým působením škodlivého, hygienicky nepříznivého činitele pracovního prostředí. Výsledkem je chronické poškození zdraví - nemoc z povolání. Za nemoci z povolání se považují výhradně onemocnění (a průmyslové otravy) zahrnuté v **indikativním seznamu nemocí z povolání**, vydávaném Ministerstvem zdravotnictví, pokud postižený mohl se škodlivým faktorem přijít na pracovišti do styku (pracoviště musí být deklarováno jako tzv. rizikové pracoviště). Pro lesní hospodářství se jako nemoci z povolání uznávají: **traumatická vazoneuróza**, která je onemocněním cév a nervů končetin účinkem vibrací u osob pracujících s vibrujícími nástroji, jakými jsou sbíječky a motorové řetězové pily. Projevuje se nedostatečným prokrvením tkání poškozených orgánů („bílé prsty“) a ztrátou jejich citlivosti. Je-li onemocnění léčeno včas, nezhoršuje se, ale návrat k původnímu stavu není možný. Proto je důležité omezovat na minimum dobu, po kterou jsou ruce vystaveny účinku mechanického chvění (expoziční doba), správným broušením řezacího řetězu omezovat vibrace vznikající v řezu, a vyvarovat se všeho, co snižuje prokrvení rukou - chránit ruce před chladem (suché pracovní rukavice) a nekouřit. Vhodné je občasné celkové povzbuzení tepelné regulace organizmu saunováním a stimulace krevního oběhu v rukou vířivou koupelí. **Traumatické poškození sluchu** (profesionální hluchota) působením hluku v pracovním prostředí, např. hluku působeného motorovou řetězovou pilou. Poškození sluchu se zpočátku projevuje nenápadně a postižený je přehlíží, a později, když začne špatně rozumět mluvené řeči na hlučném pozadí, je poškození sluchu už nevratné. Při práci s ručními stroji, a při obsluze strojů, u kterých tak předepsal výrobce, je nutné používat ochranu sluchu - při práci s motorovou pilou sluchátkové protihlukové chrániče, při práci pod vrtulníkem je vhodnější protihluková přilba. **Nemoci přenosné z volně žijících živočichů** (antropozoonózy) přímo, nebo prostřednictvím přenašečů, v lesním hospodářství to jsou **klíšťová encefalitida** (infekční zánět mozku), jehož původcem je virus přenosný krví, a **lymská borelióza**, závažné infekční onemocnění nervového systému člověka, jehož původcem je bakterie *Spirocheta borreliana*. Obě nemoci mají příznaky zprvu nenápadné. U klíšťového zánětu mozku trvá inkubační doba 7-14 dnů, poté se objevuje malátnost, bolest hlavy, bolest v kříži a horečka. V další fázi tyto příznaky odezní a nemocný se cítí dobře. Pak se však horečka vrátí a projevují se obtíže závisející na rozsahu poškození mozku – dezorientace a poruchy vědomí. Účinnou prevencí je očkování. U lymské boreliózy zjistí postižený nenápadné zrudnutí pokožky v místě hmyzího přisátí, s typickým bledým středem. Často je ale ani nepostřehne. Po inkubační době 7-14 dnů se objevují proměnlivé, ale závažné příznaky, podle toho, která část mozku byla poškozena, a trvalá poškození kloubů a srdce. Prevencí je pouze ochrana před klíšťaty, a včasné odstraňování přisátých, protože očkování proti této nemoci neexistuje.

Obecně jsou hygienicky nepříznivými činiteli **fyzikální jevy** - hluk, vibrace, vysoká či nízká teplota, vysoká vlhkost vzduchu, elektromagnetické a ionizační záření; **chemické škodliviny** - jedy, rakovinotvorné látky; a **biologičtí činitelé** (infekční agens). Při práci v lese se nevyskytují pouze hygienicky nepříznivé činitele, které jsou příčinou nemocí z povolání, ale i činitele další, které buď nejsou uznanou příčinou nemoci z povolání, nebo není dostatečně prozkoumán jejich vliv na člověka (výfukové plyny).

5.5. Pracovní režimy a ochranné pomůcky

S rozvojem strojových technologií klesá fyzická namáhavost prací, ale objevují se další rizikové faktory: **hluk**, **vibrace**, **výfukové plyny**, **neuropsychická zátěž** a **průmyslové škodliviny**. Aby byl vliv uvedených faktorů na hygienu práce co nejnižší, a minimalizovala se pravděpodobnost vzniku chorob z povolání, musí být pro každý stroj vypracován závazný **pracovní režim**, ve kterém je stanoveno, kolik minut čistého času za směnu smí pracovník se strojem pracovat, kolikrát nejméně musí být práce přerušena a na jak dlouho a jaké **ochranné pomůcky** (snižující riziko pracovního úrazu či vzniku choroby z povolání) musí pracovník používat. Pro dřevorubce jsou např. povinnými ochrannými pomůckami přilba, chrániče sluchu, ochrana zraku (síťka či štítek), rukavice, obuv s vyztuženou špičkou a ochranné kalhoty s neprořeznou vložkou. Poskytování dalšího vybavení (nadstandardu) může být obsahem kolektivní smlouvy či osobním zájmem. Vybavení ochrannými pomůckami není náhodné, ale koresponduje s četností a závažností úrazů jednotlivých částí těla. Při pracovních úrazech v lesnictví jsou zastoupeny jako **zraněné části těla ruce 33 %, nárt nohou 16 %, stehna 13 %, hruď a břicho**

13 %, kolena 12 %, tvář a krk 7 %, ramena 6 %, oči 6 %, holeně 4 %. Součet vyšší než 100 % je důsledkem častých kombinovaných poranění. U ochranných oděvů a pomůcek musí být záruka, že ochrannou funkci skutečně plní, proto musí být certifikovány a certifikační značka musí být na ochranné pomůcce viditelně umístěna. Například skutečnost, že neprořezné kalhoty odpovídají určité třídě neprořeznosti, musí být vyznačena na kalhotách nášivkou s piktogramem. Mimo certifikačních značek ale používají výrobci oděvů i reklamní nášivky s piktogramy, upozorňujícími na některé specifické vlastnosti jejich výrobků, například na nástřik proti klíšťatům, impregnaci proti vodě, atd.

Dalším příkladem je užívání ochranných přileb. Zde je stanovena maximální doba použitelnosti počínající datem pořízení, avšak současně je zde stanovena maximální životnost od data výroby. Plast, ze kterého je ochranná přilba vyrobena, totiž podléhá degradaci vlivem UV záření. Zvýšení rizika vlivem vysokého vystavením helmy UV záření je eliminováno indikačními prvky, které mění barvu vlivem ozáření.

Třída neprořeznosti se udává podle obvodové rychlosti řetězu pily, při které ještě plní kalhoty ochrannou funkci (zastaví řetěz)

Obr. 5.2. Piktogram potvrzující neprořeznost kalhot

Obr. 5.3. Reklamní piktogram

5.6. Bezpečnostní barvy a značky

V rámci povinnosti informovat zaměstnance o bezpečnostních rizicích používají zaměstnavatelé **bezpečnostní barvy a značky**, mající výhodu srozumitelnosti pro všechny zaměstnance bez ohledu na národnost a mateřský jazyk. Proto jejich význam vzrůstá s přibližováním normám a uzancím EU. Podle ČSN ISO 3684 je **bezpečnostní barvou** taková, které je přiřazen speciální bezpečnostní význam. Je-li k bezpečnostní barvě přiřazena další barva, musí to být **barva kontrastní**, kterou je **ke žluté barvě černá**, **k ostatním bezpečnostním barvám bílá**. Při označování okrajů ramp, schodů atd., kdy se používají šikmé žluté a černé pruhy, musí být žluté barvy nejméně 50 % plochy.

Bezpečnostní barva	Význam nebo účel	Příklad použití
červená	zákaz stůj výstraha	značky pro zastavení nouzové zastavení značky zákazů umístění hasicího zařízení výstrahy
modrá	příkaz (jen v kruhových značkách)	příkaz k použití ochranných pracovních prostředků
žlutá	výstraha riziko nebezpečí	vyznačení nebezpečí (oheň) výstraha u schodů, ramp, překážek, nízkých průchodů,
zelená	bezpečí	únikové nouzové cesty a východy první pomoc, nouzové ukazatele (hlavní vypínač)

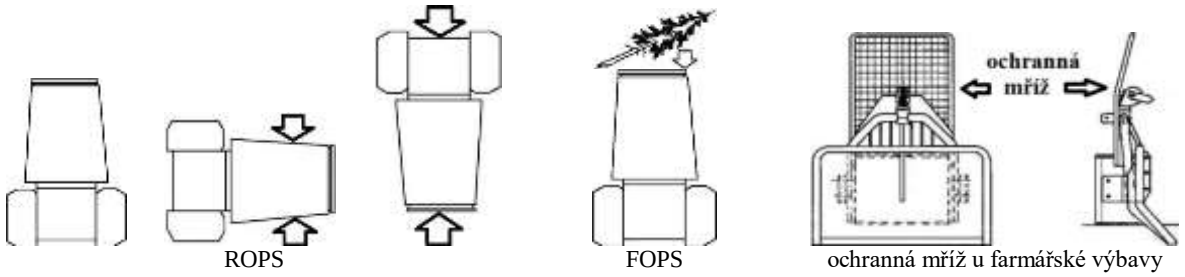
Tab. 5.7. Bezpečnostní barvy a značky

Bezpečnostní značky mají podle jejich významu normalizovaný tvar: zákazy a příkazy - kruh, výstraha - trojúhelník na základně, informace - obdélník nebo čtverec. Grafické symboly na značkách (**piktogramy**) musí být co nejjednodušší a nejsrozumitelnější, aby vystihovaly situaci (riziko úrazu elektrickým proudem), nebo jednoznačně předepisovaly chování (příkaz k použití ochranných brýlí). Jen když to není možné, doplňuje se bezpečnostní značka krátkým textem (značka jiné nebezpečí doplněná textem "Na střeše se pracuje", "Lanovka", "Vrtulník").

Obr. 5.4. Příklady bezpečnostních značek

5.7. Bezpečnostní kabiny a rámy strojů

Podle druhu činností a místa jejich vykonávání se odlišují rizika, hrozící posádce stroje, a proto musí být operátor stroje do nějaké míry chráněn bezpečnostní kabinou (rámem), podléhající schválení podle metodiky OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). V ČR je oprávněnou organizací Státní zkušebna zemědělských, potravinářských a lesnických strojů v Praze. Vyrobit kabinu, která by se při převrácení stroje vůbec nedeformovala, je prakticky nemožné, proto musí být stroje, u kterých hrozí převrácení, vybaveny kabinou, zabezpečující posádce při převrácení stroje prostor pro přežití (chráněný prostor). Pokud takovou kabinou stroj není vybaven, musí být dodatečně opatřen ochranným rámem, splňujícím stejná kritéria. Konstrukce takové kabiny či rámu se označuje jako **ROPS** (Roll-Over Protective Structure), a někdy jako **TOPS** (Tip-Over Protective Structure). Pokud při práci stroje hrozí pád předmětů z výšky na kabinu (u strojů pracujících pod lomovou stěnou kameny, u těžebních strojů riziko pádu větví, korun stromů i celých stromů) musí být vybaven konstrukcí chránící posádku před průnikem takových předmětů do kabiny – konstrukcí **FOPS** (Falling-Object Protective Structure), někdy označovanou jako **FOG** (Falling-Object Guard). Při práci v lese hrozí pronikání předmětů do kabiny (větve při jízdě po lince, přetržené lano navijáku šlehnoucí směrem ke kabině, utržený kluzák, úvazek atd.), čemuž má zabránit **OPS** (Operator Protective Structure), což jsou ve většině případů ochranné mříže na sklech kabin. U farmářské výbavy traktorů pro soustřeďování dříví je OPS redukována na ochrannou síť v rámu, integrovaném do konstrukce navijáku. Pokud je u těžebních strojů ochrana typu FOPS (FOG) a OPS integrována, bývá použito označení **OPG** (Operator protective Guard). Nutno upozornit, že zejména ochrana typu ROPS může být účinná, jen pokud je operátor upoután bezpečnostním pásem, a nepoužívá kabinu jako skladiště. Při převrácení prostředku totiž zpravidla nebývá zranění operátora způsobeno vlastním převrácením stroje, ale je zraněn sekerou, pilou, nářadím či kanistrem, převáženými v kabině.



Obr. 5.5. Funkce ochranných konstrukcí

5.8. Ovladatelnost vozidel na svazích

V podélném sklonu ztrácí vozidlo ovladatelnost, když zatížení kterékoliv nápravy klesne pod 1/3 jejího statického zatížení na rovině. Typickými situacemi je rozjezd do kopce (odlehčení přední nápravy při přetížení zadní nápravy) a brzdění při jízdě s kopce (odlehčení zadní nápravy při přetížení nápravy přední).

Oblast dobré řiditelnosti odpovídá přibližně svahu o sklonu do 1/3 úhlu statické stability, tj. svahové dostupnosti vyznačené v kabině traktoru, která odpovídá úhlu statické stability při koeficientu bezpečnosti 3 (koeficient 3 se používá v ČR, ale v řadě zemí je nižší). Rezerva příčné statické stability

vozidla pro krizové situace vzniklé dynamickými účinky (příčný prokluz, smyk, výkyv při nájezdu na překážku a sjíždění z překážky) není dosud matematicky vyjádřitelná, a vzhledem k nezbytnosti takové rezervy se používá v ČR rovněž koeficient bezpečnosti 3. Podrobněji o zjišťování stability mobilních strojů viz kap. 6.3.1.

5.9. Legislativa hygieny a bezpečnosti práce

Povinnost **odhalování rizik a prevence** je zakotvena v zákoníku práce, který ukládá zaměstnavatelům vyhledávat rizika, zjišťovat jejich příčiny a zdroje, a přijímat opatření k jejich odstranění či minimalizaci, určovat správné pracovní postupy a zabezpečovat ochranné prostředky. Tato povinnost zaměstnavatele se vztahuje na všechny osoby, které se s jeho vědomím zdržují na jeho pracovištích, což znamená, že jsou povinnosti podle zákoníku práce přiměřeně **závazné i pro soukromě podnikající osoby**, které podnikají samostatně a nikoho nezaměstnávají (fyzické osoby, neboli osoby samostatně výdělečně činné), což je v současné době převládající postavení pracovníků s motorovou pilou v těžbě. Pro stanovení míry pracovního rizika je vytvořen systém algoritmů a katalogy rizik. **Problematika BOZP** v lesním hospodářství je **upravována řadou předpisů na úrovni zákonů, nařízení vlády, resortních vyhlášek**, národních i mezinárodních technických a hygienických norem a technickoorganizačních směrnic. Nelze zde jmenovat, případně anotovat všechny, proto v dalším je uveden jen úzký výběr základních předpisů:

Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce – obecně formulovaná práva a povinnosti v oblasti BOZP pro zaměstnavatele a zaměstnance

Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky BOZP v pracovněprávních vztazích a o zajištění BOZP při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy – stanoví požadavky na BOZP i pro OSVČ a živnostníky

Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, určující způsob stanovování technických požadavků na potenciálně nebezpečné výrobky (oprávněný zájem), práva a povinnosti osob uvádějících výrobky na trh, práva a povinnosti institucí (tvorba norem, zkušebnictví výrobků), vymezuje pojem bezpečný výrobek, prohlášení o shodě výrobku s technickými předpisy a způsob jeho vystavení a jmenuje náležité dokumenty, jimiž mají být výrobky povinně vybaveny (např. návod k obsluze).

Zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů

Zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů

Nařízení vlády č. 170/1997 Sb., o technických požadavcích na stroje a zařízení; v tomto předpise je stanoven způsob uvádění přenosných motorových pil na trh (povinnost výrobce nebo dovozce pily zajistit její posouzení shody s technickými předpisy autorizovanou osobou - zkušebnou)

Nařízení vlády č. 194/2000 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska emisí hluku

Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických přístrojů a nářadí (povinnost vést provozní dokumentaci k pile)

Nařízení vlády č. 28/2002 Sb., kterým se stanoví způsob organizace práce a pracovních postupů, které je zaměstnavatel povinen zajistit při práci v lese a pracovištích obdobného charakteru (Pozn.: Vzhledem k významnosti BOZP v LH je nařízení vlády 28/2002 Sb. uvedeno dále v plném znění)

Nařízení vlády č. 21/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na osobní ochranné prostředky

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Vyhl. č. 13/1977 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Vyhl. č. 48/1982 Sb., k zajištění bezpečné práce se stroji a technickými zařízeními

Vyhl. č. 42/1985 Sb., o práci s ručními motorovými řetězovými pilami (**zrušena** r. 2003 vyhláškou č. 38/2003 Sb., kterou se zrušují některé právní předpisy v oblasti BOZP)

Vyhl. č. 261/1997 Sb., kterou se stanoví práce a pracoviště, které jsou zakázané všem ženám, těhotným ženám, matkám a mladistvým

Vyhl. č. 327/2004 Sb., o ochraně včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin

Pravidla MLVHD ČR č. 336/OKOŘ/1989 o bezpečnosti a ochraně při práci v těžbě, dopravě a manipulaci dříví

Hygienické předpisy včetně výjimek hlavního hygienika

České a mezinárodní **technické normy** (ČSN, ISO, EN), např. ČSN 47 0194 „Zemědělské a lesnické stroje – Přenosné řetězové pily – Bezpečnost".

České, mezinárodní a evropské technické normy (ČSN, ISO, EN) jsou dokumentované dohody, které pro všeobecné a opakované použití poskytují pravidla, směrnice, pokyny nebo charakteristiky činností nebo jejich výsledků, které zajišťují, aby materiály, výrobky, postupy a služby vyhovovaly danému účelu. V dnešní společnosti je jejich používání dobrovolné, avšak všestranně výhodné, neboť jsou nezbytnou podmínkou pro volný oběh zboží a služeb, slouží jako referenční úroveň, k níž se poměřuje úroveň výrobku nebo služby, stanovují kritéria bezpečnosti, v obchodních smlouvách mezi dodavatelem a odběratelem se obvykle stávají závaznými. V lesním hospodářství platí mnoho technických norem, z oblasti techniky např.:

ČSN 47 0194 „Zemědělské a lesnické stroje – Přenosné řetězové pily – Bezpečnost"

ČSN EN ISO 11681-1 „Řetězové pily pro lesní práce"

ČSN EN 60745-2-13 „Ruční elektromechanické nářadí - Bezpečnost - Část 2-13: Zvláštní požadavky na řetězové pily"

ČSN EN ISO 11681-2 „Lesnické stroje - Bezpečnostní požadavky a zkoušení přenosných řetězových pil - Část 2: Řetězové pily pro vyvětvování stromů"

ČSN EN ISO 11680-1 „Lesnické stroje - Bezpečnostní požadavky a zkoušení motorových vyvětvovacích pil na tyči - Část 1: Stroje se zabudovaným spalovacím motorem"

ČSN ISO 4254-4 (470067) „Zemědělské a lesnické stroje a traktory. Technické požadavky pro zajištění bezpečnosti. Část 4: Lesnické navijáky".

ISO 18001:1999 (OHSAS) „Systémy managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci"

Technickoorganizační předpisy vydávané jednotlivými organizacemi, např. Lesy ČR s. p. vydaly r. 2003 publikaci Pracovní postupy a zásady bezpečné práce při lesnických činnostech (Tomášek, 2003). Na mezinárodní úrovni problematiku BOZP v lesnictví upravuje např. Rámcová směrnice 89/391/EHS o zavádění opatření ke zvýšení bezpečnosti a ochrany zdraví pracujících při práci nebo Kodex bezpečného chování při práci v lese, přijatý v roce 1997 v Ženevě a schválený MOP. V ČR mají tyto dokumenty prozatím jen doporučující postavení - nemají právní závaznost v české legislativě.

5. 10. Nařízení vlády č. 339/2017 Sb.

Uvedené nařízení vlády, jehož plný název zní nařízení vlády č. 339/2017 Sb. o bližších požadavcích na způsob organizace práce a pracovních postupů při práci v lese a na pracovištích obdobného charakteru. Toto nařízení vlády bylo vydáno 18. září 2017 a platnosti nabylo od 1. ledna 2018 a je v současnosti **nejnovějším a základním legislativním předpisem, upravujícím konkrétní zásady BOZP** v základních činnostech lesního hospodářství a v příbuzných oborech. Vzhledem k jeho významu pro zajištění BOZP v provozní praxi LH je zde uvádíme v plném znění.

Nařízení vlády č. 339/2017 Sb. o bližších požadavcích na způsob organizace práce a pracovních postupů při práci v lese a na pracovištích obdobného charakteru

Vláda nařizuje podle § 21 písm. a) k provedení § 5 odst. 2 zákona č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci):

§ 1

(1) *Toto nařízení stanoví bližší požadavky na způsob organizace práce a pracovních postupů, které je zaměstnavatel povinen zajistit při práci v lese a na pracovištích obdobného charakteru s ohledem na*

vykonávanou činnost, technologické postupy, pracovní podmínky, zvláštnosti pracoviště a možnost ohrožení nepříznivými povětrnostními podmínkami, zvířaty nebo hmyzem.

***(2)** Toto nařízení se nevztahuje na záchranné a likvidační práce prováděné složkami integrovaného záchranného systému při mimořádné události podle jiného právního předpisu[1]).*

§ 2

*Pro účely tohoto nařízení **se rozumí***

***a) prací v lese a na pracovištích obdobného charakteru** práce prováděné při údržbě lesů, parků, sadů, břehových porostů, doprovodné zeleně vodních toků, pozemních komunikací a v obvodu dráhy a při odstraňování a oklešťování stromoví a jiných porostů ohrožujících bezpečné a spolehlivé provozování zařízení elektrizační soustavy nebo plynárenských zařízení, popřípadě při odstraňování porostů ohrožujících provoz rozvodných tepelných zařízení, pěstební práce, ošetřování stromů, těžba, soustřeďování, manipulace, skladování a odvoz dříví, práce ve výškách na stojících stromech a veškeré práce prováděné s přenosnou řetězovou pilou nebo křovinořezem,*

***b) osamoceným zaměstnancem** zaměstnanec, který je během pracovní doby na pracovišti sám bez zajištění dohledu a vykonává práci,*

***c) samostatně pracujícím zaměstnancem** zaměstnanec vykonávající práci na pracovišti sám se zajištěným dohledem,*

***d) ohroženým prostorem** prostor, ve kterém je zaměstnanec vystaven nebezpečí, které ohrožuje jeho zdraví a bezpečnost; tvar a velikost ohroženého prostoru je stanoven u jednotlivých druhů prací,*

***e) dřívím** pokácený nebo jinak vytěžený odvětvený strom v celé délce, případně sortimenty dříví, které vzniknou při manipulaci nebo jiném zpracování stromu, případně jeho větví,*

***f) řetězovou pilou** přenosné nářadí s motorem, jehož řezným nástrojem je nekonečný pilový řetěz vedený ve vodicí liště (dále jen „pilový řetěz“), obsluhované jedním zaměstnancem, včetně používaných adaptérů,*

***g) křovinořezem** přenosné nářadí s motorem, jehož řezným nástrojem je rotující kotouč, nůž nebo struna,*

***h) ručním nářadím s ostřím** nářadí způsobilé přivodit ostřím řezné, bodné nebo sečné poranění,*

***i) odvozním prostředkem nebo odvozní soupravou** silniční vozidlo, určené a vybavené pro odvoz dříví,*

***j) mechanizačním prostředkem** pracovní nebo dopravní stroj, který je vybaven pohonnou jednotkou (motorem), obsluhovaný zaměstnancem a používaný při práci v lese a na pracovišti obdobného charakteru,*

***k) harvestorem** víceoperační lesnický stroj určený ke kácení a odvětvování stromů, měření a druhování dříví a k vyklizování dříví od pařezu k vyvážecí lince,*

***l) vyvážecí soupravou** lesnický stroj určený k vyvážení dříví, popřípadě větví a těžebních zbytků,*

***m) kalamitou** plošné poškození lesního porostu v důsledku působení biotických nebo abiotických činitelů v rozsahu, který opravňuje orgán státní správy lesů k nařízení opatření k ochraně lesa podle lesního zákona[2]),*

***n) polomem** plošné poškození lesního porostu zlomy, polovývraty a vývraty,*

***o) místním provozním bezpečnostním předpisem** předpis zaměstnavatele upravující zejména pracovní technologické postupy pro používání strojů, technických zařízení, dopravních prostředků a nářadí a pravidla jejich pohybu a pohybu zaměstnanců v prostorech a na pracovištích zaměstnavatele.*

§ 3

***(1) Pracovní postupy a způsob organizace práce zaměstnavatel stanoví**[3]) s ohledem na vykonávanou činnost, technologické postupy, zvláštnosti pracoviště, pracovní podmínky, bezpečnost provádění*

jednotlivých pracovních úkonů a možnost ohrožení nepříznivými povětrnostními podmínkami, zvířaty nebo hmyzem.

***(2) Zaměstnavatel musí před zahájením prací seznámit zaměstnance** se stanovenými pracovními postupy a způsobem organizace práce podle odstavce 1, a se způsobem zajišťování první pomoci a vybavit jej příslušnými osobními ochrannými pracovními prostředky. Osamoceného zaměstnance nebo samostatně pracujícího zaměstnance musí zaměstnavatel seznámit s pravidly pro dorozumívání mezi zaměstnanci na pracovišti nebo pro dorozumívání se zaměstnavatelem.*

***(3)** S ohledem na rizika vykonávané pracovní činnosti, charakter pracoviště a počet zaměstnanců zaměstnavatel musí zajistit, aby zaměstnanci vykonávající práce s řetězovou pilou, křovinořezem nebo ručním nářadím s ostřím byli vybaveni prostředky pro poskytnutí první pomoci, včetně zajištění prostředků umožňujících přivolání poskytovatele zdravotnické záchranné služby.*

***(4)** Zaměstnavatel musí zajistit, aby osamocený zaměstnanec nebo samostatně pracující zaměstnanec přerušili práci, pokud nemohou pokračovat v práci bezpečným způsobem, a o přerušení práce informovali bez zbytečného odkladu zaměstnavatele.*

***(5) O předání pracoviště jinému zaměstnavateli musí být vyhotoven záznam**, který musí obsahovat informace o rizicích a přijatých opatřeních k ochraně před jejich působením.*

***(6)** Zaměstnavatel musí zajistit, aby po celou dobu vykonávání práce v lese a na pracovištích obdobného charakteru byly **dodržovány návody k obsluze** a údržbě strojů, technických zařízení, dopravních prostředků a nářadí.*

§ 4

***Práce v lese** a na pracovištích obdobného charakteru musí zaměstnavatel organizovat tak, aby práce se řetězovou pilou, obsluhu mechanizačních prostředků a soustřeďování dříví traktorem, koňmi nebo lanovým zařízením vykonávali **pouze zaměstnanci, kteří byli k této činnosti vyškoleni a v ní zacvičeni a jejichž znalosti a dovednosti byly ověřeny zaměstnavatelem**.*

§ 5

Pěstební práce

***(1)** Při pěstebních pracích musí zaměstnavatel zajistit, aby zaměstnanci*

***a)** bezpečně přepravovali ruční nářadí s ostřím,*

***b)** při **práci s křovinořezem** dodržovali předpisy k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti technických zařízení a nepoužívali křovinořez s demontovaným ochranným krytem řezného nástroje a bez předepsaného závěsného zařízení,*

***c)** před začátkem a v průběhu práce kontrolovali upevnění řezného nástroje a jeho technický stav,*

***d)** zastavili chod motoru křovinořezu při přecházení na pracovišti na vzdálenost větší než 50 m, nestanoví-li návod výrobce křovinořezu jinak, nebo pokud podmínky bezpečné práce nevyžadují zastavení chodu motoru již při menší vzdálenosti,*

***e)** přepravovali křovinořez s demontovaným řezným nástrojem nebo s nasazeným ochranným krytem na ostří řezného nástroje.*

***(2)** Zaměstnavatel musí zajistit, aby se při práci s křovinořezem v ohroženém prostoru nevyskytovaly kromě obsluhy další fyzické osoby; za ohrožený prostor se při práci s křovinořezem považuje kruhová plocha o poloměru 15 m, nestanoví-li výrobce křovinořezu tento poloměr větší.*

§ 6

Těžba dříví

***(1)** Zaměstnavatel musí zajistit, aby zaměstnanec při kácení stromu zohlednil druh dřeviny, průměr a výšku kmene, stáří a zdravotní stav stromu i tvar koruny a stanovil směr kácení.*

(2) Při kácení stromu** musí zaměstnavatel zajistit, **aby zaměstnanci nepracovali

a) osamoceně,

b) *za povětrnostní situace, kdy nelze u káceného stromu bezpečně dodržet určený směr kácení,*

c) *za povětrnostní situace, kdy korigovaná teplota je -15 °C a nižší,*

d) *za snížené viditelnosti, nelze-li dohlédnout alespoň na vzdálenost rovnou dvojnásobné výšce káceného stromu,*

e) *na svazích, kde současně nad sebou pracují i jiní zaměstnanci tehdy, hrozí-li nebezpečí samovolného pohybu dříví,*

f) *v ohroženém prostoru zavěšeného nebo podříznutého stojícího stromu, do kterého lze předpokládat pád tohoto stromu, úměrně zvětšeném ve vztahu k naklonění, velikostí úhlu mezi patou a špicí stromu a k terénu,*

g) *při odvětvování, odkorňování nebo zkracování stromu ve vzdálenosti méně než 5 metrů mezi sebou,*

h) *současně na jednom stromu.*

(3) *Při těžební činnosti zaměstnavatel musí zajistit, aby zaměstnanci nekáceli jiný strom přes strom zavěšený, nevstupovali na zavěšený strom, neuvolňovali zavěšený strom podřezáváním stromu, na kterém zavěšený strom spočívá, a neodřezávali zavěšený strom po špalcích.*

(4) *Zaměstnavatel musí zajistit, aby se při kácení stromu, tj.* ***od započetí hlavního řezu až do dopadu stromu na zem***, ***v ohroženém prostoru****, kterým se rozumí kruhová plocha o poloměru nejméně dvojnásobku výšky káceného stromu,* ***nenacházely fyzické osoby*** *s výjimkou káceče, pomocníka káceče, popřípadě vedoucího zaměstnance kontrolujícího kácení.*

(5) *Práci samostatně pracujících zaměstnanců při těžbě dříví musí zaměstnavatel organizovat tak, aby byla zajištěna jejich* ***pravidelná kontrola*** *minimálně* ***každých 30 minut*** *v průběhu pracovní doby a aby zaměstnanec nepracoval za podmínek, kdy nemůže sám zajistit bezpečné kácení stromů.*

(6) *Při těžební činnosti zaměstnavatel musí zajistit, aby všichni zaměstnanci a jiné fyzické osoby, které se pohybují s vědomím zaměstnavatele v prostoru, kde hrozí nebezpečí zejména pádu větví a stromů, používali* ***ochranné přilby.***

(7) *Zaměstnavatel musí zajistit, aby zaměstnanec měl před zahájením kácení stromu zabezpečenu* ***ústupovou cestu*** *šikmo dozadu od zamýšleného směru pádu stromu tak, aby mohl ustoupit dříve, než strom dopadne na zem; současně musí před zahájením kácení zajistit vyčištění blízkého okolí káceného stromu od překážek, provedení odřezání zesílených kořenových náběhů a odvětvení spodní části stromu tak, aby větve byly odřezávány nabíhající částí pilového řetězu směrem shora dolů, a to maximálně do výšky ramen zaměstnance.*

(8) *Při kácení stromu o průměru nad 15 cm na pařezu musí zaměstnavatel zajistit, aby byl* ***směrový zářez*** *proveden do hloubky jedné pětiny až jedné třetiny průměru stromu; výška směrového zářezu se musí rovnat dvěma třetinám jeho hloubky a hlavní řez se vede vodorovně v horní polovině směrového zářezu. K zajištění bezpečného pádu stromu do určeného směru se ponechá nedořez hlavního řezu o šířce nejméně 2 cm. U stromu do průměru 15 cm na pařezu lze směrový zářez nahradit vodorovným řezem. Proti sevření řetězové pily a k usměrnění stromu do směru pádu se do hlavního řezu vloží vhodná pomůcka, například dřevorubecká lopatka nebo klín.*

(9) *Při kácení stromů vychýlených mimo těžiště, napružených nebo zmrzlých musí zaměstnavatel zajistit, aby byl používán kmenový spínač. Při* ***zpracování napružených stromů*** *musí zaměstnavatel zajistit, aby první řez byl veden na straně tlaku, doříznutí kmene bylo provedeno na straně tahu a aby zaměstnanec stál mimo směr pružení.*

(10) *Při* ***odvětvování, odkorňování a manipulaci stromu na svahu*** *zaměstnavatel musí zajistit, aby práce byly prováděny z horní strany svahu nad stromem.*

(11) *Zaměstnavatel musí zajistit, aby* ***při mechanizované těžbě*** *dříví byla před nasazením mechanizačního prostředku pro těžbu dříví provedena* ***příprava pracoviště*** *tak, aby byly* ***porosty***

***rozčleněny**, určen počet a směr vyklizovacích linek pro soustřeďování dříví a určen počet a provedeno vyznačení odpovídajících manipulačních a skladovacích prostor; současně musí být dodržena stabilita mechanizačního prostředku. Při nasazení více mechanizačních prostředků na jednom pracovišti musí být jejich provoz koordinován.*

***(12) Ohroženým prostorem při použití harvestoru** se rozumí kruhová plocha o poloměru nejméně dvojnásobku výšky káceného stromu, prodlouženém o délku pracovního ramene stroje. Ohroženým prostorem při použití vyvážecí soupravy se rozumí kruhová plocha poloměru nejméně délky vyváženého nebo zpracovávaného dříví, prodlouženém o délku pracovního ramene stroje.*

§ 7

Zpracování polomů, vývratů, polovývratů a zlomů a práce v obtížných podmínkách

***(1)** Zaměstnavatel musí zajistit, aby **zpracování polomů** a jednotlivých vývratů, polovývratů a zlomů prováděli pouze **zaměstnanci,** kteří byli k této činnosti se zaměřením na zpracování kalamity **vyškoleni a jejich znalosti a dovednosti byly zaměstnavatelem ověřeny**.*

***(2)** Zaměstnavatel musí zajistit, aby vývraty, polovývraty a podříznuté stojící nebo zavěšené stromy byly **uvolněny přednostně**. Nepodaří-li se uvolnit zavěšený strom ani po vyčerpání všech dostupných možností během pracovní doby, musí být ohrožený prostor zabezpečen proti vstupu nepovolaných osob a zavěšený strom uvolněn nejpozději v průběhu následujícího kalendářního dne.*

*Při **uvolňování zavěšeného stromu** lze použít některý z následujících způsobů*

***a)** uvolnění stromu pomocí mechanizačního prostředku nebo potahu,*

***b)** otáčení zavěšeného stromu kolem jeho podélné osy,*

***c)** odsunování paty stromu pákou,*

***d)** rozkývání stromu v příčné ose kmene,*

***e)** uvolnění speciálním stahovákem.*

***(3)** Při **zpracování polomů** musí zaměstnavatel zajistit, aby*

***a)** zaměstnanec **nepracoval osamoceně**,*

b)** všechny přístupové **cesty a přibližovací linky byly uvolněny přednostně,

***c) postup těžby** směřoval **od přibližovacích linek do porostu**, přičemž se přednostně odstraňovaly zlomy, zavěšené a polovyvrácené stromy,*

***d) nakupené vývraty** byly zpracovávány až po vytažení stromu mechanizačním prostředkem,*

***e)** před každým provedením řezu kromě odvětvování měl zaměstnanec připravenou bezpečnou ústupovou cestu,*

***f)** při **odřezávání vývratu** byl kořenový koláč před oddělením stromu bezpečně zajištěn proti zvrácení; je-li kořenový koláč nakloněn ve směru ležícího stromu, může být kmen oddělen ve vzdálenosti rovnající se výšce koláče, případně dále,*

***g)** v terénních podmínkách dostupných pro mechanizační prostředek byl kořenový koláč po oddělení kmene vrácen mechanizačním prostředkem do původní polohy a následně zpracován,*

***h)** vracení kořenového koláče do původní polohy nebylo v žádném případě prováděno pomocí lanového zařízení.*

***(4)** Zaměstnavatel musí zajistit, aby **práce v obtížných pracovních podmínkách**, kterými jsou zejména kácení stromů v obvodu dráhy, u pozemních komunikací a značených turistických cest, jakož i veškeré činnosti, při nichž může být ohrožen život nebo zdraví fyzických osob nepodílejících se na pracích v lese nebo na pracovištích obdobného charakteru, byly prováděny jen **za trvalého dozoru** jedné nebo více osob zajištěných zaměstnavatelem.*

§ 8

Práce s řetězovou pilou

(1) *Zaměstnavatel musí zajistit,* ***aby řetězové pily nebyly používány bez***

a) krytu pohybujících se částí *řetězové pily, mimo činné části pilového řetězu,*

b) *účinného* ***antivibračního systému****,*

c) zachycovače *roztrženého řetězu,*

d) *účinné bezpečnostní* ***brzdy řetězu, a aby*** *tyto bezpečnostní prvky byly během používání řetězové pily plně funkční.*

(2) *Zaměstnavatel musí zajistit, aby řetězová* ***pila se spalovacím motorem*** *nebyla používána bez*

a) *tlumiče výfuku,*

b) *spojky automatického vypínání chodu řetězu při volnoběžném chodu motoru,*

c) *funkční dlaňové pojistky, umístěné v horní části zadní rukojeti řetězové pily.*

(3) *Zaměstnavatel musí zajistit, aby obsluhou řetězové pily byl pověřen pouze* ***zaměstnanec starší 18 let****, který je k uvedené činnosti* ***zdravotně způsobilý****.*

(4) *Zaměstnavatel musí zajistit, aby zaměstnanec při práci s řetězovou pilou při těžební a pěstební činnosti a údržbě zeleně vždy používal ochranný oděv a pracovní obuv odolnou proti pořezání a další osobní ochranné pracovní prostředky stanovené zaměstnavatelem, s přihlédnutím k návodu výrobce na obsluhu řetězové pily.*

(5) *Při práci s řetězovou pilou zaměstnavatel musí zajistit, aby zaměstnanci*

a) neprováděli práce ze žebříku*,*

b) nepřidržovali *rozřezávané dříví rukou nebo nohou,*

c) *před začátkem a v průběhu práce podle potřeby* ***kontrolovali stav bezpečnostních prvků*** *řetězové pily, a pokud bezpečnostní prvky nejsou funkční, řetězovou pilu nepoužívali,*

d) startovali motorovou pilu *způsobem, který neohrozí zaměstnance nebo jiné fyzické osoby vyskytující se na pracovišti, a v souladu s návodem výrobce pro obsluhu řetězové pily,*

e) zastavovali chod motoru *řetězové pily, pokud přecházejí na pracovišti na* ***vzdálenost větší než 150 m****, pokud podmínky bezpečné práce nevyžadují zastavení chodu motoru již při menší vzdálenosti,*

f) při přecházení *s řetězovou pilou* ***s motorem v chodu vždy zablokovali chod*** *pilového řetězu bezpečnostní brzdou řetězu,*

g) převáželi řetězovou pilu *s nasazeným ochranným krytem nebo s demontovanou řezací částí,*

h) *zastavovali chod motoru řetězové pily, pokud provádějí opravu a údržbu motorové nebo řezací části řetězové pily, mimo seřízení karburátoru,*

i) nepracovali osamoceně*,*

j) *při doplňování paliva do řetězové pily dbali náležité opatrnosti s ohledem na nebezpečí vzniku požáru při styku paliva s horkými částmi řetězové pily a důsledně dodržovali návod výrobce pro obsluhu řetězové pily.*

(6) *O výsledcích revizí, kontrol a oprav řetězové pily musí zaměstnavatel po celou dobu jejího provozu* ***vést evidenci****.*

§ 9

Soustřeďování dříví

(1) *Při soustřeďování dříví zaměstnavatel musí zajistit, aby*

a) *nebyla překročena povolená* ***svahová dostupnost*** *mechanizačního prostředku, stanovená výrobcem,*

b) *zaměstnanci* ***nevstupovali na soustřeďované dříví a nepřekračovali je za jeho pohybu****,*

c) nedocházelo k bezúvazkovému soustřeďování *dříví na pracovišti, kde hrozí* ***nebezpečí samovolného pohybu*** *dříví,*

d) *zaměstnanci se* ***nezdržovali ve vnitřních úhlech lana*** *navijáku, mezi lany, pod lany, pod zavěšeným nákladem a v prodlouženém směru napnutých lan a neusměrňovali náklad rukou, jsou-*li *lana navijáku v pohybu,*

e) v kabině *mechanizačního prostředku* ***nebylo volně položené nářadí,***

f) při jízdě nebyly mimo kabinu *mechanizačního prostředku převáženy* ***další osoby****; při přibližování dříví ani v kabině,*

g) *byl dodržován* ***zákaz vstupu do ohroženého prostoru*** *a byly používány bezpečnostní značky, značení a signály a před zahájením soustřeďování dříví byly odstraněny překážky z přibližovacích linek a určeny ohrožené prostory pro jednotlivé pracovní operace, zejména prostory k plnění pohonných hmot a k údržbě používaných zařízení a určen počet a umístění skládek dříví,*

h) soustřeďování dříví vrtulníkem *bylo prováděno na základě místního provozního bezpečnostního předpisu zpracovaného pro dané pracoviště,*

i) *na pracovišti, kde hrozí* ***nebezpečí samovolného pohybu dříví*** *a ztráta stability mechanizačního prostředku při provozu, se dříví vyklizovalo lanem pomocí směrové kladky; uvolňování dříví na svahu ručním nářadím a upínání úvazku musí být prováděno vždy z horní strany svahu nad ležícím stromem,*

j) *při* ***soustřeďování dříví lanovým zařízením*** *se navíjecí bubny spouštěly jen na znamení zaměstnance, který dříví připevňuje nebo uvolňuje, a přitom se používala stanovená signalizace a zaměstnanec, který dříví připevňuje nebo uvolňuje, sledoval jeho pohyb a přitom se pohyboval tak, aby nedošlo k jeho zasažení uvolněnou kladkou, přetrženým lanem nebo odvalujícím se dřívím; při zachycení dříví o překážku musí být dán signál k zastavení chodu lanového zařízení,*

k) *byl na skládkách respektován přirozený sklon soustřeďovaného dříví podle § 11 odst. 2.*

(2) *Při* ***soustřeďování dříví koňským potahem*** *musí být zaměstnavatelem zajištěno, aby byl úvazek před upevněním nebo sejmutím z dříví odepnut od potahu, kvůli vyloučení možného zranění zaměstnance při náhlém pohybu potahu; dále aby zaměstnanec doprovázel vlečené dříví v bezpečné vzdálenosti, na svahu z horní strany nad potahem, v zatáčkách vedl koně z vnitřní strany a při vedení koně si neomotával opratě kolem ruky nebo těla.*

(3) Výjimečně*, v případě slabých a krátkých sortimentů dříví, se* ***vyklizování a přenášení dříví provádí ručně****. Při volném spouštění výřezů ze svahu se v ohroženém prostoru nesmí nacházet žádné fyzické osoby.*

§ 10

Odvoz dříví

(1) Při odvozu dříví *musí zaměstnavatel zajistit, aby zaměstnanci*

a) *neprováděli nakládku na odvozní prostředek nebo vykládku z odvozního prostředku, který není* ***zajištěn proti pohybu a převrácení****,*

b) *nezdržovali se v* ***ohroženém prostoru*** *nakládaného nebo skládaného dříví,*

c) *nepřeváželi* ***dříví nezajištěné*** *proti pohybu a vypadnutí z odvozního prostředku,*

d) *nevstupovali po odjištění klanic mezi soupravu a skládku,*

e) *a jiné fyzické osoby, které se pohybují v prostoru nakládaného nebo skládaného dříví,* ***používali ochranné přilby****.*

(2) *Na ložnou plochu odvozního prostředku se dříví ukládá tak, aby* ***náklad u klanic nepřesahoval více než polovinou obliny kmene a střed nákladu nepřesahoval výšku klanic o více než 35 cm.*** *Pro výstup na ložnou plochu musí být odvozní prostředek vybaven žebříky nebo pevně zabudovanými stupadly.*

(3) *Pro práci se zdvihacím zařízením v ochranném pásmu zařízení elektrizační soustavy nebo v jeho bezprostřední blízkosti musí zaměstnavatel dodržovat požadavky zvláštního právního předpisu[4]).*

§ 11

Manipulace a skladování dříví

(1) *Při manipulaci a skladování dříví musí zaměstnavatel zajistit, aby zaměstnanci*

a) *na manipulační lince neuváděli zkracovací pilu do řezu, pokud není dříví v klidu a stabilizováno,*

b) nerozřezávali překřížené dříví *a při navalování dříví k dopravníku používali ruční nářadí,*

c) *nepohybovali se po konstrukci nadúrovňových dopravníků a nepřekračovali podélné dopravníky za chodu mimo určené přechody,*

d) nevstupovali na uskladněné dříví,

e) nevyprošťovali ručně lana *navijáku a nepřekračovali je, jsou-li v pohybu, a nezdržovali se v ohroženém prostoru rozvalovaného dříví.*

(2) *K zabránění samovolnému pohybu dříví při jeho volném uskladňování na skládce musí zaměstnavatel zajistit, aby* ***nebyl překročen přirozený sklon uskladněného dříví****; k zajištění se použijí zajišťovací* ***klíny.*** *Přirozeným sklonem se rozumí takový sklon boku hromady dříví, při němž při zajištění nejnižší vrstvy proti rozvalení nedojde k samovolnému rozvalení dalších vrstev dříví, aniž by byly tyto vrstvy proti rozvalení zajištěny. Takový sklon nesmí překročit hodnotu 1,73 : 1.*

(3) *Při ručním navalování kulatiny musí zaměstnavatel zajistit, aby uskladněné dříví nepřesáhlo výšku 1,5 m; manipulace se provádí po jednotlivých kusech dříví uložených v jedné vrstvě pomocí ručního nářadí.*

§ 12

Práce ve výškách

(1) *Při práci ve výškách[5]) na stojících stromech zaměstnavatel musí zajistit, aby* ***zaměstnanci***

a) nepracovali v koruně *stojícího stromu, pokud* ***nejsou vybaveni*** *pro práci ve výškách; v koruně stojícího stromu smí pracovat* ***pouze jeden zaměstnanec, který musí být jištěn dalším zaměstnancem*** *stojícím u paty stromu,*

b) *nepracovali při* ***povětrnostní situaci****, kdy dochází k nebezpečnému výkyvu korun stromů,*

c) *nepracovali při* ***teplotě vzduchu****, korigované účinky proudícího vzduchu, nižší než* ***-10 °C*** *během pracovní doby,*

d) nepracovali osamoceně,

e) pro výstup do korun *stromů používali* ***stanovené prostředky****, zejména bezpečnostní postroj nebo poutací řemeny a ocelové stupačky.*

(2) *Před zahájením prací ve výškách na stojících stromech musí zaměstnavatel* ***vymezit ohrožený prostor a stanovit pravidla signalizace*** *mezi zaměstnancem stojícím na zemi a zaměstnancem provádějícím práce ve výškách.* ***Ruční nářadí se do koruny stromu dopravuje pomocí lana****, jeho použití zajišťuje k této činnosti určený zaměstnanec.*

(3) *Zaměstnavatel musí zajistit, aby se* ***odřezávání větví*** *koruny stojícího stromu* ***pomocí řetězové pily*** *provádělo* ***z pracovní plošiny*** *nebo, není-li to z důvodů spočívajících v povaze terénu možné, za použití* ***jiné speciální techniky*** *určené pro práci ve výškách.* ***Zaměstnanec i řetězová pila*** *musí být při výstupu do koruny stromu, během práce i při sestupu* ***zajištěni proti pádu*** *samostatnými jistícími prostředky, upevněnými mimo zónu prováděné práce.*

(4) *Pro práci ve výškách s řetězovou pilou musí zaměstnavatel zajistit* ***zpracování místního provozního bezpečnostního předpisu***.

§ 13

Zrušovací ustanovení

Zrušuje se nařízení vlády č. 28/2002 Sb*., kterým se stanoví způsob organizace práce a pracovních postupů, které je zaměstnavatel povinen zajistit při práci v lese a na pracovištích obdobného charakteru.*

§ 14

Účinnost

Toto nařízení nabývá účinnosti prvním dnem třetího kalendářního měsíce následujícího po jeho vyhlášení. ***Tedy od 1. 1. 2018.***

5.11. Hlavní zásady bezpečnosti práce ve vybraných činnostech LH

Přestože je výše uvedené nařízení vlády č. 339/2017 Sb. dosti podrobné, je vhodné zásady bezpečné práce pro vybrané činnosti ještě rozšířit. V následujícím textu jsou proto uvedena zásadní pravidla a bezpečné pracovní postupy v hlavních lesnických činnostech.

Hlavní zásady bezpečnosti práce v těžbě dříví

S řetězovou motorovou pilou smějí pracovat jen osoby starší 18 let (Pozn.: Pravidlo o mužích již neplatí, a s ŘMP mohou za určitých podmínek pracovat i ženy), mající osvědčení o způsobilosti k její obsluze (osvědčení způsobilosti ale má několik úrovní!). Takové osvědčení může získat jen pracovník, kterému byl po lékařské prohlídce dán souhlas k výkonu této práce.

S těžebními stroji mohou pracovat jen pracovníci mající průkaz strojníka (+ případně i osvědčení pro práci s hydraulickým jeřábem) a kurz pro práci s příslušným strojem.

Povinností zaměstnavatele je pracovníky periodicky proškolovat v zásadách bezpečné práce a získané znalosti ověřovat přezkoušením. Rovněž se vyžaduje periodické ověření zdravotní způsobilosti pracovníků pro vykonávaný druh práce (zejména po 55 letech věku).

Všichni pracovníci v těžbě dříví musí být vybaveni předepsanými ochrannými prostředky, a jsou povinni těchto prostředků používat. Seznam předepsaných ochranných prostředků je organizace povinna průběžně doplňovat podle nových legislativních opatření a výsledků kolektivního vyjednávání.

Při dopravě pracovníků na pracoviště nesmí být pohonné hmoty uloženy v prostoru pro cestující.

Při doplňování pohonných hmot nesmí být motor stroje v chodu, nesmí se kouřit, ani doplňovat nádrže v blízkosti otevřeného ohně (za minimální vzdálenost se považuje 15 m).

Žádné údržbářské a seřizovací práce nesmí být konány za chodu stroje, a ze žádného stroje nesmí být odstraňovány ochranné kryty.

Zvláštní způsoby kácení stromů musí být prováděny ve dvojici, případně i za přímého řízení technickým zaměstnancem.

Při práci v komplexních četách a v kontinuálních procesech musí být jednoznačně dohodnuta signalizace mezi pracovníky, zajišťující, že ke vzájemnému vstupu do ohrožených prostorů nedojde. Je zakázáno vstupovat pod zavěšené stromy, a pokud není na pracovišti v den vzniku závěsu k dispozici prostředek k jeho stažení, musí být závěs odstraněn do konce příštího kalendářního dne.

Hlavní zásady bezpečnosti práce při soustřeďování dříví

V době spouštění dříví korytovým smykem se nesmí nikdo pohybovat pod místem vkládání dříví do koryta, proti směrovým obloukům smyku a na odvozním místě, aby nebyl zraněn spouštěnými výřezy.

Při gravitačním spouštění dříví musí být uzavřen ohrožený prostor, protože spouštěné dříví nelze brzdit, ani nelze změnit směr jeho pohybu.

Kočí nesmí soustřeďované dříví překračovat, stoupat na něj, nebo se na něm vézt. Při práci jde obvykle šikmo vzadu ve směru pohybu koní, ve svahu vždy z horní strany.

Za respektování podmínek bezpečné práce je možno považovat i kování koní, protože pohyb neokovaného koně terénem může být spojen s rizikem jeho uklouznutí a pádu.

Při sestavování nákladu pro koně se vždy nejprve váží úvazky na soustřeďované dříví, a až potom se připravený úvazek zahákne na rozporku. Nikdy nesmí být vázán úvazek zavěšený na rozporce, protože při nežádoucím pohybu koně by mohlo dojít k poranění kočího. Při vázání úvazků se nesmí zasunovat prsty mezi úvazek a výřez.

Při zapřahání koně do vozu musí být vůz zabrzděn, a postraňky se zapínají až po připnutí vázacích řetízků na oj. Pokud je potahový vůz používán na veřejných komunikacích, musí tomu odpovídat jeho vybavení (brzda, odrazová skla, osvětlení, zábradlí před kočím). Při jízdě se nesmí omotávat opratě kolem ruky nebo těla, případně jet bez řízení. Odstavený potah nesmí zůstat bez dozoru.

Traktory pro soustřeďování dříví a vyvážecí traktory/soupravy smějí obsluhovat pouze pracovníci s oprávněním pro řízení traktoru, držitelé průkazu strojníka a u traktorů ovládaných povelovou radiostanicí také držitelé oprávnění pro obsluhu radiostanic.

Při práci s lany a úvazky musí být používány ochranné rukavice (kožené či neprořezné), a při práci v porostu (mimo kabinu stroje) ochranná přilba. Roztřepené lanové úvazky musí být vyřazeny.

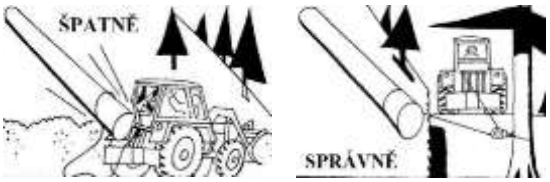
U strojů překračujících povolenou hladinu hluku musí být používány chrániče sluchu.

Při jízdě terénem musí být strojník upoután bezpečnostním pásem.

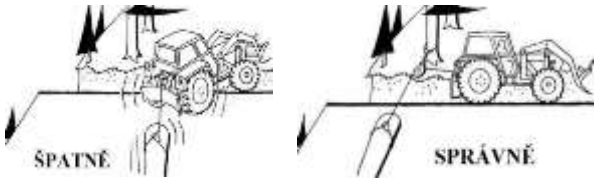
Při sestavování nákladu pro traktor se vždy nejprve váží úvazky na soustřeďované dříví, a až potom se připravený úvazek zahákne do kluzáku lana navijáku. Při vázání úvazků se nesmí zasunovat prsty mezi úvazek a výřez.

Při práci strojníka a smykaře (závozníka) musí být mezi nimi dohodnuty jednoznačné signály pro navíjení lana, zastavení navíjení, odbrzdění bubnu navijáku a zejména pro okamžité nouzové zastavení navíjení.

V terénech, ve kterých hrozí samovolný pohyb dříví, se vyklizuje dříví lanem navijáku po svahu jen s použitím směrové kladky, když stojí traktor mimo ohrožený prostor.



Při vyklizování dříví lanem po svahu nesmí stát traktor ve směru pohybu dříví. Traktor stojí v bezpečném prostoru a vyklizuje se přes směrovou kladku.



Při vyklizování lanem z rokle se používá směrová kladka, aby nemohl být traktor stržen dřívím, náhodně uvedeným do pohybu.

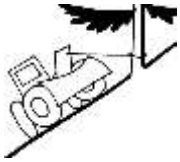
Obr. 5.6. Vyklizování dříví lanem navijáku

Vyvážecí traktory/soupravy nesmí být použity na linkách s příčným sklonem ohrožujícím stabilitu stroje. Po linkách, jejichž příčný sklon se tomuto limitu blíží, je možný pohyb vyvážecích traktorů/souprav jen bez nákladu. Nakládání dříví na vyvážecí traktor/soupravu je možné při pohybu v příčném svahu jen z horní strany.

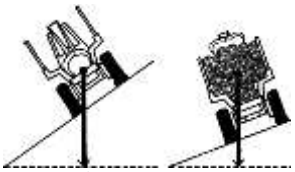
Soustřeďování dříví traktory a vyvážecími traktory/soupravami po svahu v limitních sklonech je přípustné jen za dobrých adhezních podmínek, na krátké vzdálenosti, na přímých a přehledných trasách a sníženou rychlostí. U soustřeďování dříví vlečením je v takových případech vhodné soustřeďovat celé stromy, jejichž tření brzdí rychlost jízdy.

Traktory s čelním rampovačem jezdí s jeho nejnižší polohou, aby se nezvyšovalo těžiště traktoru

Tření celých stromů brzdí rychlost jízdy na lince v limitním sklonu



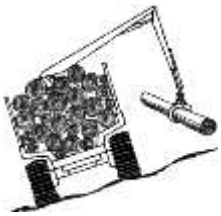
Při otáčení traktoru ve svahu je vhodné jeho jištění lanem



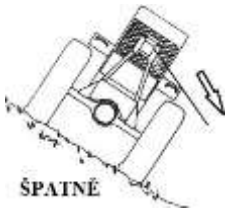
Naložené vyvážecí soupravy/traktory nesmí jezdit po linkách s příčným sklonem, ohrožujícím jejich stabilitu

Obr. 5.7. Některé ze zásad bezpečného soustřeďování dříví

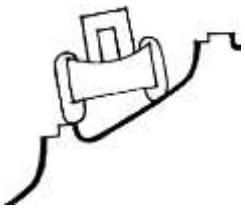
Vyvážecí linky v příčném svahu musí být prokáceny důsledně úrovňově



V příčném svahu se na vyvážecí traktor/soupravu nakládá dříví jen z horní strany



Bez směrové kladky je v příčném svahu vyklizování lanem proti kopci nepřípustné



Pro zlepšení stability traktoru v pracovním postavení se využívají nerovnosti terénu

Obr. 5.8. Některé ze zásad bezpečného soustřeďování dříví

Strojník lanovky poháněné traktorem musí být držitelem řidičského oprávnění pro traktor, držitel oprávnění pro obsluhu radiostanic, měl by absolvovat lanovkářský kurs.

Při montáži LDZ na stromy a umělé podpěry je povolen výstup na ně jen se stupačkami či po žebříku. V obou případech musí být pracovník jištěn ochranným pásem.

Při pohybu lan LDZ se zakazuje pohyb osob mezi lany, pod lany a pod nákladem. Soustřeďované dříví smí být usměrňováno ručním nářadím, jen je-li náklad i lana v klidu. Pracovníci přitom smí stát jen s horní strany nákladu.

Zapínání a odepínání nákladu je povoleno až po zastavení pohybu lan a uvolnění jejich napětí. Po ukončení, práce musí být lanovkový vozík zajištěn proti náhodnému uvedení do pohybu.

Při soustřeďování dříví LDZ po svahu, ve kterém hrozí samovolný pohyb dříví, nesmí stát pohonná stanice LDZ ve směru nosného lana, ale s použitím směrových kladek mimo něj. Toto pravidlo neplatí, jen když je pohonná stanice umístěna v bezpečné vzdálenosti v protisvahu.

Hlavní odpovědnost za bezpečnost práce na pracovišti vrtulníkového soustřeďování dříví má řídící letového provozu, jehož bezpečnostním pokynům se musí podřídit i pozemní personál.

Pozemní personál při vrtulníkovém soustřeďování dříví musí být vybaven oděvem signální barvy (minimálně oranžovou výstražnou vestou), ochrannou přilbou s podbradním páskem, ochranou sluchu a ochrannými brýlemi proti prachu.

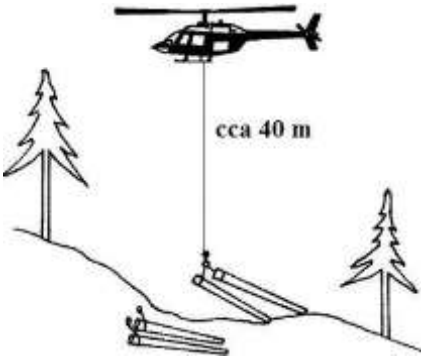
Při nastupování a vystupování z vrtulníku s běžícím rotorem je nutné dbát pokynů letového personálu. Nejprve se nechají odejít vystupující osoby, a poté se k vrtulníku přistupuje vždy zepředu, nebo šikmo zepředu, aby byla nastupující osoba v zorném poli pilota, a nepřiblížila se k záďovému rotoru. Části oděvu, které by mohly být zachyceny vírem vzduchu od rotoru, musí být zajištěny, nebo pevně drženy. Nastupování a vystupování v terénu (a bez dosednutí vrtulníku na zem) je možné jen za přímého dozoru letového personálu. Vystupující se nikdy nevzdaluje od vrtulníku do protisvahu, nebo směrem k záďovému rotoru. Při vystupování poklekne, nebo se přikrčí, uvolní prostor dalšímu vystupujícímu, pevně drží materiál, a přikrčený se vzdaluje. Dlouhé předměty nese vodorovně, nikdy vzpřímeně, nebo přes rameno.

Při navádění pilota vrtulníku ze země radiem musí být veškerá sdělení přesná a krátká (nemají být delší než 10 sekund). Dodržují se všechny zásady radioprovozu, a všechny akumulátory se po skončení každé směny nabíjejí. Pro případ krizové situace musí být schopen obsluhy radiostanice každý pracovník.

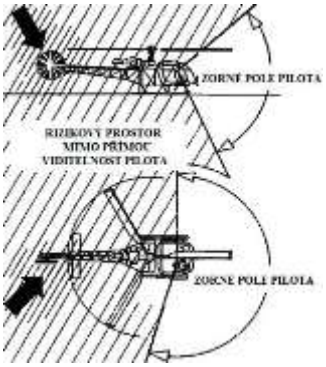
V letovém koridoru vrtulníku se nesmí nikdo zdržovat, protože existuje nebezpečí havarijního uvolnění nákladu (nebo jeho části).

Před příletem vrtulníku nad skládku ji musí všichni opustit, a v bezpečném prostoru vyčkat uložení nákladu na zem.

Na skládce se zásadně neodpoutávají úvazky z kmenů, které zůstaly po uložení vrtulníkem v nestabilní poloze, ale odvazují se až po jejich stabilizování, například až po urovnání skládky traktorem.

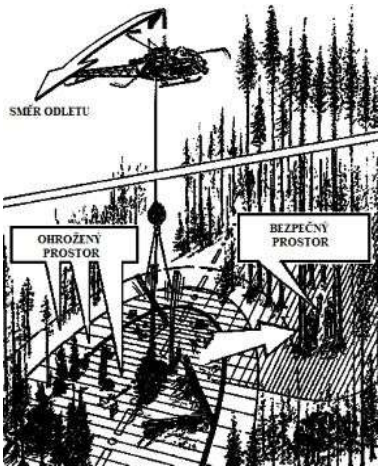


Nosné lano musí být tak dlouhé, aby se vrtulník bezpečně pohyboval nad korunami stromů



K vrtulníku je možné se přibližovat jen v zorném poli pilota

Obr. 5.9. Některé ze zásad bezpečné dopravy dříví vrtulníky



Obr. 5.10. Vymezení ohrožených a bezpečných prostor při dopravě dříví vrtulníky

Hlavní zásady bezpečnosti práce v odvozu dříví

Řidič vozidla musí být držitelem řidičského průkazu pro příslušnou kategorii vozidel, a v případě, že je vozidlo vybaveno hydraulickým jeřábem (hydraulickou rukou), musí mít oprávnění pro její obsluhu.

Hydraulický jeřáb je zdvihacím zařízením podléhajícím ze zákona pravidelným revizím, které musí provozovatel vozidla zajistit a vést o nich předepsanou dokumentaci.

Při nakládání, jízdě a skládání, musí být respektována pravidla vyhlášky o provozu na veřejných komunikacích (za bezpečnost přepravy odpovídá řidič).

Délka celé soupravy pro odvoz dříví smí být nejvýše 18 m, nebo v případě udělené výjimky z vyhlášky maximálně 22 m. Přečnívá-li náklad vozidlo vzadu o více než 1 m, musí být označen červeným praporkem, nebo za snížené viditelnosti červeným světlem či červeným odrazovým sklem.

Náklad musí být upevněn poutacím zařízením, nebo ochrannou sítí (u rovnaného dříví). Protože během jízdy dochází k setřesení nákladu a poutání nákladu se tak může stát neúčinné, je nutné během jízdy

náklad kontrolovat a poutací zařízení v případě potřeby dotáhnout. (Pozn.: Ve vnitrozávodních směrnicích bývá uložena povinnost zastavit před výjezdem na veřejnou komunikaci a náklad dotáhnout).

Před jízdou musí řidič zkontrolovat vozidlo v rozsahu předepsaném vyhláškou pro provoz na pozemních komunikacích, tj. provést kontrolu nahuštění pneumatik, stavu oleje v motoru, tlaku vzduchu v brzdovém okruhu, dobíjení, funkce brzd, funkce světel, čistoty oken, osvětlení vozidla a registrační značky, u hydraulického jeřábu provést alespoň okulární kontrolu těsnosti spojů a vedení hadic.

Při připojování polopřívěsu (přívěsu) k tažnému vozidlu nesmí pracovník provádějící připojení vstoupit mezi vozidla dříve, dokud není závěs tažného vozidla v bezprostřední blízkosti oka přípojného vozidla (cca 20 cm). (Problém bezpečnosti řeší bezezbytku teleskopicky výsuvná oj, nezbytná při jednočlenné osádce).

Kmenové dříví se nakládá vždy čely vpřed tak, aby čela přesahovala přední oplen o min. 70 cm. Maximální přesah je pak dán tím, že mezi čely a kabinou (pro transport složeným hydraulickým jeřábem) musí zůstat volný prostor cca 1 m, nutný pro kruhový pohyb nákladu při průjezdu zatáčkami.

Kabina řidiče musí být chráněna proti posunu nákladu při brzdění ochranným štítem. Ochrannou funkci může zčásti plnit i hydraulický jeřáb složený za kabinou do tvaru písmene "Z".

Při ručním nakládání a skládání rovnaného dříví se zakazuje házet polena na zem nebo na vozidlo, pokud další pracovník dříví ukládá, a házet dříví do rukou odebírajícího. Po nezajištěných hromadách dříví se nesmí chodit.

Při nakládání dříví navijákem musí být naviják vybaven bezpečnou brzdou proti zpětnému pohybu nákladu. Použité návalky musí být pevné a zajištěné proti posunutí. Nakládací lano se nesmí vyprošťovat, pokud je v tahu, a uvolněno smí být až po bezpečném uložení nákladu a zajištění klanic. Při nakládání je zakázáno se zdržovat na opačné straně nákladu.

Zakazuje se pohybovat po odjištění klanic mezi soupravou a skládkou.

Zakázáno je, pohybovat se pod nezajištěným nebo zdviženým nákladem.

Při nakládání dříví musí být souprava zabrzděna a kola zajištěna klíny. Při popojíždění vozidla při nakládání z více skládek (dobírání skládek) musí být vždy náklad zajištěn. Při práci s hydraulickým jeřábem musí být vozidlo zabrzděno a stabilizační podpěry musí být vysunuty. V kabině vozidla se nesmí nikdo zdržovat.

Je zakázáno používat hydraulický jeřáb k jinému účelu, než pro který je určen, opouštět vozidlo při zavěšeném břemenu nebo zdviženém výložníku, či pojíždět s břemenem.

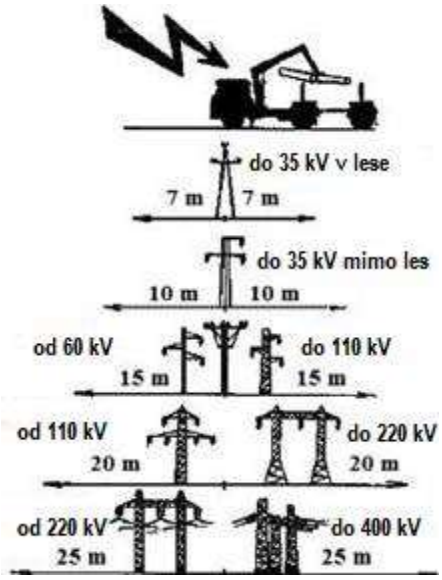
Žádné opravy na hydraulickém jeřábu se nesmí vykonávat, pokud je zapnut pohon čerpadla hydrauliky.

Při skládání dlouhého dříví se smí klanice uvolnit jen z opačné strany, než na kterou se skládá. Vzpříčené výřezy se uvolňují jen ze strany čel.

Závozník musí při jízdě sledovat náklad, a v případě vybavení soupravy naváděcím zařízením jej ovládá.

Posádka vozidel je povinna používat osobní ochranné pomůcky, a na těžební pracoviště vytvářející ohrožený prostor (místa kácení, skládky pod nosným lanem LDZ) smí zajíždět až s vědomím řídícího pracovníka tohoto pracoviště a po přerušení prací na nich.

Práce pod elektrickým vedením a v jeho ochranném pásmu je zakázána.



Obr. 5.11. Ochranná pásma elektrického vedení

Hlavní zásady bezpečnosti práce při vagónování dříví

Na manipulační koleji se nesmí nakládat dříví v době předpokládaného průjezdu vlaku po sousední koleji.

Na nezajištěné hromady dříví je zakázáno vstupovat. Vzpříčené kusy na skládkách je možné uvolňovat jen hydraulickým podavačem (dávkovačem), nebo z čel kmenů ručně (obracákem, sapinou) či tahem lan skladových navijáků. Odepínat tažná lana je možné až po bezpečném uložení dříví. Přerušit rozebírání skládky je možné jen když má skládka přirozený sklon a nehrozí její samovolné rozvalení.

Při nakládání dříví do vagónu (čelním nakladačem, jeřábem, hydraulickým jeřábem odvozní soupravy) v něm nesmí prodlévat žádná osoba. Vstoupit do vagónu smí až poté, když je nakládané dříví v bezpečné poloze a nemůže ji ohrozit.

Při ručním vagónování dříví z rampy musí být mezera mezi rampou a vstupem do vagónu zakryta dostatečně únosným krytem.

Při transportu dříví jeřábem či nakladačem se nesmí nikdo zdržovat pod přemisťovaným břemenem. Pracovníci upevňující na náklad jeřábové úvazky musí mít průkaz vazače.

Na posunování vagónů se smějí podílet jen pracovníci starší 18 let, jejichž zdravotní způsobilost posoudil železniční okrskový lékař (ne tedy jakýkoliv praktický lékař!).

Posun smí řídit jen jeden pracovník - vedoucí posunu, který je pro tuto funkci vyškolen technikem železnice, školení musí být ukončeno zkouškou a vydáním potvrzení. Takto vyškolený pracovník pak smí poučovat své pomocníky. Kvalifikace vedoucího posunu se musí udržovat pravidelným poučováním (i jedenkrát za čtvrt roku) a přezkušováním (obvykle 1x za dva roky).

Instalace a používání jakéhokoliv zařízení pro posun vagónů podléhá předchozímu schválení správy vlečky. Majitel zařízení pak vypracuje místní posunovací řád, který předloží ke schválení správě vlečky. Ta, neshledá-li závad, je povinna vydat povolení k provozu zařízení.

Ručně je povoleno posunovat vždy jen jedním vagónem. Na všech druzích posunu bez lokotraktoru musejí být zúčastněni nejméně dva pracovníci.

Při posunu vagónu motorovými silničními prostředky nesmí být řidič vozidla současně vedoucím posunu, motorové vozidlo musí jet mimo kolej (v kolejišti se smí pohybovat jen v případech, kdy je kolejiště upraveno vypanelováním a tažné vozidlo je spojeno s vagónem tuhou spojkou), tažné lano nebo řetěz musí být dlouhé nejméně 3 m, v blízkosti tažného zařízení se nesmí nikdo zdržovat, jako

tažné vozidlo nesmí být použito vozidla neotypovaného jako tahač, a při vlečení vagónu nesmí být překročen úhel lana 30° při zavěšení za boční háky vagónu.

Posun vagónů jeřábem je dovolen jen svislým tahem lana, proto musí být v kolejišti kladka, měnící svislý tah na tah vodorovný, souběžný s osou koleje. Tah lana musí být ukončen včas, aby nevzniklo nebezpečné namáhání háku vagónu, kladky či výložníku jeřábu.

Je nepřípustné upevňovat tažné lano za jiné části vagónu, než jsou háky.

Hlavní zásady bezpečnosti práce při práci na skladech dříví

Skladové stroje a zařízení smí obsluhovat jen pracovníci starší 18 let, zdravotně způsobilí a s příslušnou kvalifikací.

Na všech strojích a zařízeních je zakázáno provádět jakékoliv opravy a seřizování za jejich chodu. Elektrická zařízení smí opravovat po odpojení ze sítě jen pracovník s kvalifikací.

Při ukládání dříví na hromady musí být dodržován jejich přirozený sklon (30°). Na nezabezpečené skládky je zakázáno vstupovat. Vysoké skládky je povoleno rozebírat pouze strojově.

Skládky dřeva musí být uspořádány tak, aby nebránily v používání přístupových cest, pracovních prostor a bezpečnému používání strojů a zařízení skladu.

Povrch pracovních prostor musí být urovnaný a odvodněný, a při noční práci dostatečně osvětlený.

Elektrické kabely nesmí být poškozené a musí být vedeny v bezpečné výšce nad zemí, nebo ve chráničkách.

Zakazuje se rozměřovat kmeny na hromadách a na hromadách je rozřezávat řetězovou motorovou pilou. Rozřezávané dříví se nesmí přidržovat rukama nebo nohama.

Rozřezávání kmenů motorovou pilou je přípustné pouze na vymezeném prostoru - pracovní plošině. Kmeny určené k rozřezávání musí být uloženy jen v jedné vrstvě, a vzdálenost mezi nimi musí být taková, aby umožnila přesné rozměření a kolmé přeříznutí kmene.

Motorová pila se nesmí používat na podélné dělení polen místo štípání (povoleno je pouze při ručním štípání dříví naříznout poleno z čela do hloubky max. 30 cm, pro snazší vložení štípacího klínu).

Postup prací při skládání, přemisťování, ukládání a nakládání dříví čelním nakladačem určuje strojník, při použití jeřábu vazač.

Na skladech dříví se musí dodržovat protipožární předpisy, a hlavní sklady musí být vybaveny protipožárním nářadím a ručními hasicími přístroji.

Zásady úrazové prevence při výkonu práva myslivosti

Při výkonu práva myslivosti jsou relativně časté úrazy, a to bohužel i úrazy smrtelné, ale úrazová prevence provozu myslivosti a loveckého střelectví není předmětem tohoto učebního textu. Řadě úrazů by však zabránila rozumná dohoda o času a místu vstupu do honitby a obsazení posedů.

5.12. Praktická doporučení pro zajištění OBP

Zápis ze školení OBP je nezbytný alibistický doklad, dokladující že povinnost proškolit pracovníky byla konkrétním technickým zaměstnancem prokazatelně splněna. Věcnou náplň zápisu o školení, a jeho formální úpravu je proto nezbytné neodbýt (citovat normy, provozní pokyny, směrnice atd.) a nezapomenout na podepsání presenční listiny všemi účastníky způsobem: jméno - podpis.

Přezkoušení ze znalostí OBP musí být rovněž dokladovatelné, platí tedy obdobně totéž jako v předcházejícím případě.

Předání pracoviště formou zápisu musí být alespoň ve služebním deníku, potvrzené podpisem přejímajícího. Zápis stačí stručný s uvedením specifik pracoviště (např. nadzemní elektrické vedení v blízkosti, práce na svahu atd.). Zapsání neodkládat, ale zaznamenat ihned při předávce pracoviště!

Zákon schválnosti totiž funguje, a k nehodám a úrazům často dochází právě v prvních hodinách práce na novém pracovišti.

Běžná kontrola OBP na pracovišti by měla být zaznamenána alespoň do služebního deníku. Zapsat co bylo špatně, na co byl pracovník upozorněn, co mu bylo vytknuto, jaká sankce byla uložena. Ústní výtka by měla být podepsána pracovníkem na důkaz, že ji vzal na vědomí. Při vyšetřování úrazů to bývá důkazní prostředek, že firma plnila povinnost průběžné kontroly bezpečnosti práce.

Zvláště rizikové práce by měly být prováděny za přímého řízení THP (kalamitní těžby, speciální technologie, použití výbušnin a práce, kde je to přímo předepsáno zvláštním předpisem - clonové odstřely).

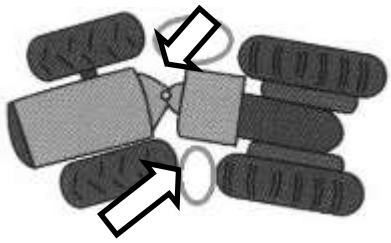
Vozidlo pro dopravu osob zaparkovat na pracovišti vždy směrem odjezdu, a tak, aby jeho výjezd nebyl ničím blokován, a bylo možné v případě nehody okamžitě odjet.

Seřizování a údržba se provádí jen na zastaveném stroji. Před jejím zahájením je nutné vyjmout klíček zapalování ze spínací skříňky, aby nemohl být stroj nastartován ani omylem. Ze stejného důvodu nesmí být ponechán klíček zapalování v odstaveném stroji. Průsaky šroubení, trubek a hadic se nesmí zkoušet nechráněným prstem, z důvodu rizika popálení a ekzémů. Při kontrole a údržbě akumulátoru se musí používat ochranné brýle a rukavice, v blízkosti akumulátoru se nesmí kouřit. Výměna xenonových žárovek se může provádět jen za studena, nebo v rukavicích, a při vypnutém elektrickém okruhu světel, protože ten je pod vysokým napětím!

Při nastupování a sestupování z kabiny po schůdcích dodržovat horolezeckou zásadu tří pevných bodů. Ze schůdků na zem nikdy neseskakovat, ale sestupovat, protože svaly nohou jsou prací v kabině ztuhlé, a nejsou připravené na dynamické zatížení, a také může dojít k podvrknutí nohy doskokem na terénní nerovnost, či k uklouznutí.

Při zahájení práce na novém pracovišti je vhodné poznamenat na viditelném a přístupném místě **souřadnice GPS** odvozního místa pro případné přivolání zdravotnické pomoci.

Při přibližování k pracujícímu stroji se držte v zorném poli operátora, a podle možností jej volejte radiem nebo mobilem. V noci přistupujte jen s cyklistickou blikačkou, a gestikulujte rukama (i ve dne). Nepřibližuje se ke stroji, dokud není zcela jisté, že o vás operátor ví - např. motor pracuje stále v pracovních otáčkách. Bezpečná vzdálenost je u vyvážečů 30 m, ale u harvestoru nemusí v případě přetržení řetězu a jeho švihu, stačit ani 70 m. Proto by měl být ohrožený prostor vyznačen výstražnou páskou raději větší. Pokud spatří operátor stroje v nebezpečné blízkosti stroje osobu, musí přerušit práci a zvednout ruce s ovladačů - aby bylo vyloučeno i bezděčné spuštění nějakého pohybu, a aby přicházející osoba viděla zvednuté ruce jako signál, že o ní operátor ví!. Ke stroji se nesmí přistupovat do prostoru mezi podvozek a výložník, a do prostoru zlamovacího řízení.

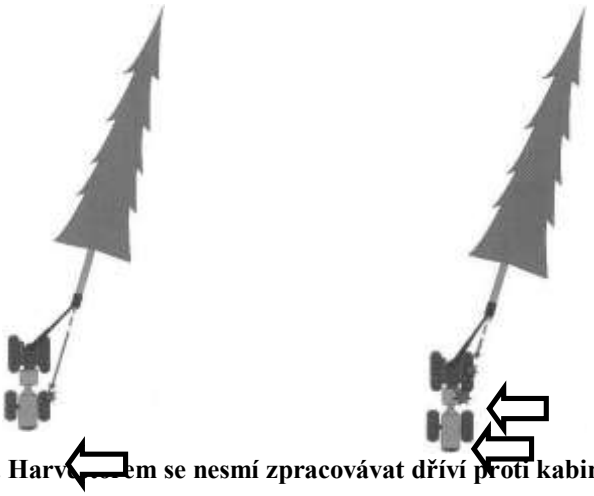


Obr. 5.12. Prostor ohrožený pohybem zlamovacího řízení (do těchto prostor nevstupovat!)

Vyznačovací barvy v spreji nesmí být vystaveny vyšším teplotám než 50° C, nesmí tedy být ponechány v kabině stroje (auta) odstaveného na slunci!

Při převracení stroje se nepokoušejte vyskočit z kabiny, místo toho se pevně držte! Kabinu udržujte uklizenou, bez předmětů, které by vás mohly při převracení stroje zranit (sekera, kanistr, nářadí).

Harvestorem nezpracovávejte dříví směrem na kabinu, a zpracovávané výřezy neopírejte o podvozek stroje! U vyvážečů neukládejte dříví do hrání výše, než je spodní okraj okna, aby při sklouznutí výřezu nemohlo dojít k jeho proniknutí do kabiny.



Obr. 5.13. Harvestorem se nesmí zpracovávat dříví proti kabině a stroji

Při jízdě v příčném sklonu linky (a šikmo svahem v terénu) by neměly stroje se zlamovacím řízení měnit směr jízdy! Zejména nesmí operátor stáčet řízení proti svahu, protože tím ohrožuje stabilitu stroje! Na ilustračních obrázcích znázorňuje tmavá šipka na volantu rizikový manévr, který může vést k převrácení stroje.

Obr. 5.14. Riziko převrácení stroje se zlamovacím řízením, při stočení řízení proti svahu

Ukládat dříví k odvozním cestám není vhodné na vrcholu stoupání, v zatáčkách a na křižovatkách, a ve vzdálenosti do 75 m od těchto míst. U veřejných komunikací je to pak vyloučené. V některých případech nezbývá nic jiného, než využít pro skládkování dříví i místo pro otáčení odvozních souprav. Vymezení kompromisně přijatelných i nepřípustných míst znázorňuje následující obrázek.

Obr. 5.15. Nevhodná místa pro ukládání dříví u odvozních cest

Při zavádění nových strojů a technologií používejte **zdravý rozum**, protože pro nové stroje a pracovní postupy nebývají k dispozici ověřená pravidla OBP. Proto musí odpovědný THP vydat prozatímní pokyny, konzultované případně s místně příslušným orgánem státního dozoru či s výrobcem nebo dovozcem zařízení.

5.13. Occupational safety and health in the European Union

The European Union's activities in the field of occupational safety and health (OSH) are legally anchor in the article 137 of the **Treaty of Nice** (now the article 153 **Treaty on the Functioning of the European Union**). Within the European Commission the Directorate-General for Employment, Social Affairs and Inclusion deals with the OSH issue. At the European Parliament level, this topic belongs to the Committee on Employment and Social Affairs and at the Council of the European Union level address this issue Employment, Social Policy, Health and Consumer Affairs Council. OSH is also the subject of activities for two agencies of the European Union: European Agency for Safety and Health at Work and European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.

In the European Union, the basic requirements for OSH are formulated in the Council **Directive 89/391/EEC** — measures to improve the safety and health of workers at work. The framework directive is supplemented by individual directives that address specific health and safety issues. The most important follow-up directives include: **Directive 2009/104/EC** concerning the minimum safety and health requirements for the use of work equipment by workers at work, **Directive 89/656/EEC** on the minimum health and safety requirements for the use by workers of personal protective equipment at the workplace, **Directive 2003/10/EC** on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise), **Directive 2002/44/EC** on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration), **Directive 98/24/EC** on the protection of the health and safety of workers from the risks related to chemical agents at work and **Directive 89/654/EEC** concerning the minimum safety and health requirements for the workplace. The Member States of the European Union will ensure the implementation of EU regulations into national legislation.

Other legally binding OSH documents can be the labor standards of the International Labor Organization (ILO). The tripartite agency ILO brings together governments, employers and workers of 187 member states. In 2006 ILO introduced the International Labor Standard for the **Promotional Framework for Occupational Safety and Health Convention**, which has so far been ratified by 49 countries around the world. Another tool that the ILO uses to improve OSH in the forestry are Codes of Practice. These Codes set out practical guidelines for public authorities, employers, workers and enterprises, however they are not legally binding documents. Both the Forest Stewardship Council (FSC) and the Program for the Endorsement of Forest Certification (PEFC) refer to ILO documents related to OSH in the forestry.

When selling a product in the European economic area, the manufacturer shall provide a declaration of conformity (CE marking) with the essential health and safety requirements defined in Directive 2006/42/EC on machinery. To demonstrate conformity, the manufacturer uses a number of harmonized standards of the European Union, see Commission communication in the framework of the implementation of Directive 2006/42/EC on machinery.

In the European Union, The Rapid Alert System for Non-Food Products (RAPEX) is used under the auspices of the European Commission. If a product is placed in the European economic area and does not meet the requirements of the relevant European standards, a warning is issued to consumers and further steps are taken, usually withdrawing the product from the sales network. For example since 2005, 17 alerts have been issued in this system concerning chainsaws. The most frequent problems concerned the chain brake, hand guard and grip area.

6. ENERGETICKÉ PROSTŘEDKY V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ

6.1. Klasifikace energetických prostředků

Energetické prostředky jsou stroje, které mění jeden druh energie v druhý a v převážné míře jsou zdrojem energie pro jiné stroje nebo strojové části, tj. pro spotřebiče, které ji využívají pro konání práce. Rozlišují se dvě základní skupiny energetických prostředků: **stacionární** (motory, elektrická, hydraulická a pneumatická zdrojová soustrojí), s nimiž je spotřebič spojen přímo, nebo přívodním vedením, které při konání práce nemění svou polohu; a **mobilní**, typické pro lesní hospodářství, které jsou vybaveny podvozky umožňujícími jejich přemístění vlastní silou a jež mohou být využívány samostatně (jako zdroj tahové síly či pro převozy materiálu nebo osob), nebo ve spojení s jedním či více adaptéry jako trvalá či dočasná souprava, tvořící jeden pracovní celek. V lesním hospodářství jsou běžné i **prostředky přenosné**, jež jsou při práci či přemísťování drženy či neseny pracovníky, a které nelze zařadit do žádné z výše uvedených skupin. K přenosným prostředkům náleží motorové řetězové pily, křovinořezy, jamkovače, motorové aplikátory pesticidů aj. Z mobilních energetických prostředků jsou v lesním hospodářství nejčastěji používány ty, jež převádějí tepelnou energii, obsaženou v palivu (nafta, benzín) a uvolňovanou jeho spálením na energii mechanickou, využívanou pro pojezd, trakci a pohon pracovních strojů – adaptérů. Kromě mechanické energie produkují energetické prostředky v různé míře i další druhy energií: hydraulickou, pneumatickou, elektrickou, atd.

Mobilní energetické prostředky se v rámci svého využití pohybují jak neupraveným terénem, tak po komunikacích, včetně veřejných, a lze je proto považovat za motorová vozidla. Tato vozidla jsou dle *ČSN 30 0024 Základní automobilové názvosloví. Druhy silničních vozidel. Definice základních pojmů* rozlišena na:

a) **dopravní stroje** - osobní, nákladní, speciální automobily
b) **tahače** - přívěsové nebo návěsové
c) **traktory** - na tažení, vlečení, hrnutí, nesení, vezení materiálů a pohon pracovních strojů (adaptérů)
d) **samojízdné stroje** - motorová vozidla tvořící s pracovním strojem celek pro výkon určité práce.

V lesním hospodářství se uplatňují všechny uvedené skupiny mobilních energetických prostředků, přičemž prioritní význam mají stroje ze skupiny traktorů a tahačů, neboť se zásadní měrou podílejí na výrobních operacích obou základních lesnických činností - těžby a obnovy lesa. Jsou jimi zajišťovány technologické fáze soustřeďování a odvoz dříví, příprava stanoviště pro obnovu lesa, zalesňování, přeprava materiálu, aj. V lesním hospodářství je třeba rozlišit **silniční tahač**, automobil uzpůsobený pro přepravu materiálu naloženého na přívěsech či návěsech, od **lesnického tahače**, což je stroj svou základní konstrukční koncepcí obdobný traktoru, schopný jízdy v terénu i po komunikaci, avšak určený a používaný takřka výhradně pro přepravu dlouhého dříví vlečením. Lesnický tahač ve své základní podobě není uzpůsoben pro připojení a pohon adaptérů, jako je tomu u traktoru. V posledních letech stále více nabývají na významu samojízdné lesnické stroje, harvestory a procesory. Základní klasifikace a konstrukční charakteristiky traktorů, tahačů a mobilních strojů v lesnictví, jejich vlastnosti a náležitosti bezpečnosti práce jsou uvedeny v *ČSN 47 0021 Zemědělské a lesnické stroje a traktory, ČSN 47 6000 „Lesnické stroje - Mobilní a samojízdné stroje* a v dalších souvisejících českých technických normách třídy 47.

6.2. Charakteristika traktorů a tahačů v lesní výrobě

Traktory jsou mobilní energetické prostředky, jejichž charakteristickou vlastností je snadné připojení a odpojení jednoho nebo více adaptérů, jakož i zajištění jejich pohonu energií přenášenou z traktoru prostřednictvím mechanických a hydraulických mechanismů, případně vyvozovanou tahem traktoru. Pro **rozlišení traktorů** existuje řada kritérií:

- **počet náprav**: jedno, dvou a vícenápravové traktory
- **počet poháněných kol**, např. čtyřkolové traktory mohou mít poháněna pouze dvě kola (1 poháněná náprava, označení 4 x 2) nebo poháněna všechna čtyři kola (2 poháněné nápravy, označení 4 x 4), vícekolové traktory (6 až 8 kol), kterými jsou především tzv. vyvážecí traktory (vyvážeče, forwardery) mívají zpravidla všechna kola trvale poháněna

- **konstrukce podvozku** s řadou dalších třídících kritérií
  - vnější uspořádání: podvozky rámové a bezrámové, kompaktní, dělené (zlamovací)
  - způsob pohybu: kolové, pásové, kolopásové, kráčející
  - forma přenosu energie na podvozek: mechanický, hydrostaticko-mechanický, hydrodynamicko-mechanický přenos
  - způsob směrového řízení: natáčením náprav, natáčení (zlamování) přední a zadní části podvozku vůči sobě, natáčením kol na nápravě, změnou otáček kol a pásů
- **konstrukční řešení strojních uzlů**: druh motoru, počet převodových stupňů a způsob řazení, vybavení kabiny, systém přenosu energie na adaptéry, atd.
- **výkon motoru**:
  - malotraktory (jednoosé, ručně vedené do 7 kW, dvouosé do 25 kW)
  - traktory (≥25 kW)
- parametry odvozené od **veličin mechaniky traktoru**: tahová síla, svahová dostupnost, nosnost, zatížení náprav a kol, měrný tlak na půdu, průchodnost terénem, atd.
- **typové třídění výrobců** traktorů, např. u tuzemských traktorů zn. Zetor – dle unifikovaných řad a typů
- **základní a přídatná výbava** spoluurčující účel a oblast využití traktoru (vybavenost připojovacími prvky – závěsy pro dočasné a trvalé připojení adaptérů, navijáky, svěrné opleny, drapáky, ložné plochy, aj.)
- **základní určení** dvou a vícenápravových traktorů a tahačů – v tuzemsku je obvyklé rozlišovat traktory na **univerzální** (zemědělské) vybavené různorodými prvky pro připojení a pohon adaptérů, a na traktory **speciální**. Zvláštní podskupinou univerzálních traktorů jsou traktory **nářaďové**, charakteristické možností připojení adapterů v zorném poli řidiče a nižším výkonem motoru (do 25 kW). Traktory univerzální jsou typické nestejně velkými koly na přední a zadní nápravě a řízením natáčením kol přední nápravy. **Speciální kolové traktory** (zejména ty, jež jsou používány v tuzemsku) jsou typické stejnou velikostí všech čtyř kol a řízením zlamováním předního a zadního polorámu kolem svislého čepu. Některé typy speciálních traktorů používaných v zahraničí jsou řízeny natáčením kol na nápravách. **Speciální lesní kolové tahače** mají všechna čtyři kola stejně velká, směrové řízení je řešeno zlamováním předního a zadního polorámu kolem svislého čepu, přímo z výroby jsou vybaveny mechanismy pro soustřeďování dříví vlečením (navijáky, drapáky), nejsou uzpůsobeny pro připojování a pohon rozličných adaptérů. Speciální lesní kolové traktory a tahače jsou dále charakteristické vyšší svahovou dostupností (min. 40 %) než jakou zpravidla mívají traktory univerzální (ca 25 %). **Vyvážecí traktory** jsou opatřeny ložnou plochou pro uložení výřezů dříví, zpravidla tvořenou soustavou klanic a jsou též vybaveny hydraulickým jeřábem s drapákem pro nakládání a skládání dříví. Některé z typických znaků jednotlivých skupin traktorů a tahačů jsou uvedeny v tabulce 6.1.

Traktor univerzální

- 2 nápravy
- nestejně velká kola
- řízení natáčením kol přední nápravy
- rozdělení tíhy: 40 % vpředu, 60 % vzadu
- pohon 4 x 2, nebo 4 x 4

Traktor speciální

- 2 nápravy
- stejně velká kola
- řízení natáčením kol nebo zlamovací
- rozdělení tíhy: 50 (60) % vpředu, 50 (40) % vzadu
- pohon 4 x 4

Speciální lesní kolový tahač (skider)

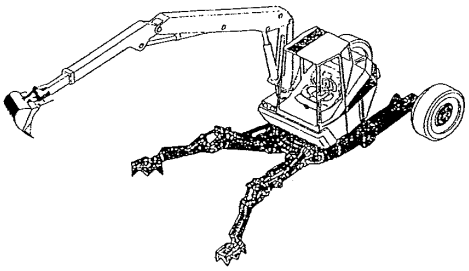
- 2 nebo více náprav
- při 2 nápravách stejně velká kola
- při více nápravách možnost různé velikosti kol
- hydraulicky ovládané zlamovací řízení pomocí středového kloubu spojujícího přední a zadní polorám
- rozdělení tíhy: 60 % vpředu, 40% vzadu
- pohon všech kol (4 x 4, 6 x 6 atd.)

Vyvážecí traktor (forwarder)

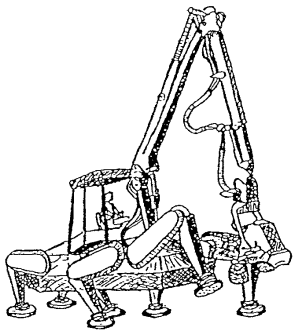
Tab. 6.1. Rozlišení kolových traktorů a tahačů

Běžným způsobem pohybu mobilních energetických prostředků je pojezd, tj. kontinuální pohyb umožněný pojezdovým ústrojím vybaveným koly, pásy či kolopásy, ale setkat se lze i s **kráčením**. Kráčející (kráčivé) podvozky mají vynikající průchodnost terénem a nevytvářejí koleje. Nelze je však

na současné úrovni řešení použít pro práce, u kterých jsou kladeny nároky na rychlost přesunu, zejména při přepravě materiálu, jakou je soustřeďování dříví vezením či vlečením. Stroje s kráčivým podvozkem mají **dvě koncepce**. **Klasický princip konstrukce kráčivého podvozku**, používaný u rypadel a některých harvestorů, má podvozek opatřený čtyřmi hydraulicky ovládanými rameny (z nich dvě jsou opatřena koly a dvě opěrami). Dopředný pohyb stroje je diskontinuální a je uskutečňován pomocí ramene výložníku, který se max. vyloží, opře se nástrojem (lopatou u rypadla, opěrou hlavice u harvestoru) o terén, přizvedne stroj a pak zlamováním přitáhne podvozek k místu opření nástroje o terén. Po přesunu stroj pokračuje v práci nebo se opakováním předchozích úkonů dále přemísťuje. Pohyb zpět je analogický předchozímu s tím, že se nástroj na výložníku opře v blízkosti stroje a ten se výložníkem odtlačuje od místa opření. Výhodou je možnost práce v náročných terénech se sklonem až 90 %, na neúnosných půdách nebo členitých lokalitách, jakož i schopnost stroje „sám nastoupit" na dopravní prostředek a „sestoupit" z něj.



Obr. 6.1. Klasický princip konstrukce kráčivého podvozku



Obr. 6.2. Kráčivý podvozek stroje Plustech

Obr. 6.3 Detail nohy stroje Mantis

Jiný princip je použit u kráčejícího podvozku firmy Plustech, opatřeného šesti hydraulicky poháněnými a elektronicky řízenými nohami, které jsou po třech umístěny po stranách podvozku, a jsou na sobě nezávislé. Princip pohybu nohou, vyvinutý na konci 90. let, připomíná pohyb hmyzu, přesun stroje je tedy kontinuální. Konstrukční řešení umožňuje změnu směru za pohybu i klidu stroje, jeho pohyb vpřed i vzad i do stran, jakož i nivelování stroje na svahu. Nohy jsou opatřeny nášlapnými plochami s čidly, která kontrolují kvalitu stability každé nohy po došlápnutí. Stroj se opírá v každém okamžiku minimálně o čtyři protilehlé nohy, čímž je zajištěna jeho stabilita. Pohyb nohou, jejich poloha i kvalita došlápnutí nohou jsou kontrolovány a řízeny pomocí palubního počítače, přičemž samotné ovládání stroje operátorem je pomocí standardních ovladačů. Principielně stejný podvozek – hexapod - má i stroj firmy Mantis, představený v roce 2013 (Obr. 6.3.). I tento stroj se zatím nachází ve stadiu prototypu.

6.2.1. Charakteristika vybraných konstrukčních celků traktorů a tahačů

Konstrukce traktoru a tahače tvoří dvě, případně tři **základní části**: strojový spodek (šasi), karoserie a nadstavba. **Strojový spodek** je tvořen podvozkem s pohonnou soustavou a příslušenstvím. Podvozek sestává z rámu vozidla s nápravami s pojezdovým ústrojím (koly, pásy, kolopásy), řízením, brzdným systémem a příslušenstvím. K rámu jsou připevněny i další strojní uzly, zejména pohonná soustava. U některých strojů rám chybí (např. traktory řady Zetor), jednotlivé strojní uzly strojového spodku jsou pak vzájemně spojeny šroubovými spoji a jsou uzpůsobeny i pro upevnění náprav. Pro použití v lesnictví jsou rámové podvozky výhodnější, zejména proto, že jsou pevnější a lépe odolávají namáhání spojenému s nasazením v často náročném terénu

Pohonná soustava sestává z motoru vozidla s převodovým ústrojím. Motor slouží k přímému pohonu vozidla a je schopný pracovat ve spektru otáček a zatížení. Používají se pístové vznětové motory. Snahou je, aby tyto motory byly výkonné a současně energeticky úsporné a vyhovující emisním limitům. Motory současných traktorů jsou konstruovány s využitím mnoha progresivních konstrukčních prvků a elektronických systémů. Pozornost je zejména kladena na kvalitu přípravy palivové směsi (nafta+vzduch), na spolehlivost motoru a na využití elektroniky v řízení a ovládání motoru. Motory moderních traktorů mj. využívají principu **přeplňování** (turbodmychadlo) či řízený

vstřik paliva. Výhodnost použití principu přeplňování motoru vzduchem a palivem vychází z **rovnice výkonu motoru**:

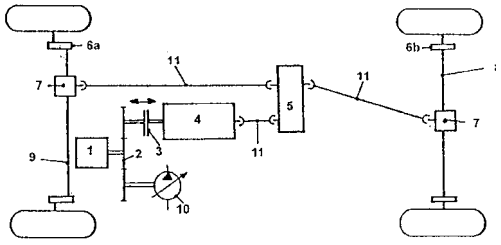
$$P_0 = p_0 \,.\, V_z \,.\, 2 \,.\, n \,.\, i \,.\, z^{-1}$$

kde:

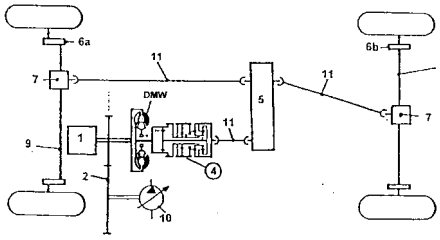
P_0	... výkon motoru [W]
p_0	... střední efektivní tlak ve válci [Pa]
V_z	... zdvihový objem válce [m^3]
n	... otáčky motoru [s^{-1}]
i	... počet válců motoru [-]
z	... počet dob motoru, dvoudobý motor z = 2, čtyřdobý motor z = 4 [-]

Přeplňováním je dosaženo zvýšení hmotnosti vzduchu dopraveného do válce. Tím je umožněno vstříknout do válce větší množství paliva, přičemž kvalita spalování paliva se nezmění. Tímto řešením se nejvýrazněji zvýší výkon motoru a jeho objemová účinnost při nezměněném objemu válců.

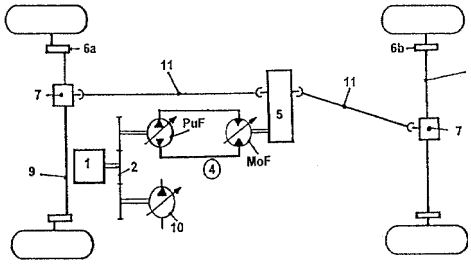
Převodové ústrojí – všechny součásti systému přenosu, změny a přerušení točivého momentu od motoru (převodovka, rozdělovací převodovka – rozvodovky, spojka apod.). Pro pohyb stroje a získání potřebné trakční síly je nutný **přenos energie** od motoru k pojezdovým ústrojím i ke spotřebičům. Tento přenos je řešen několika konstrukčními principy (obr. 6.4.). U všech principů je nutno vylišit pracovní hydraulický systém (pozice 10), sloužící k pohonu řídích a pracovních mechanizmů od hydraulického systému pojezdu (pozice MoF). Nejstarším a stále hojně používaným je princip mechanického přenosu výkonu (obr. a), který je v tuzemsku typický pro dosud velmi používané univerzální traktory starších řad Zetor. U novějších typů traktorů zahraničních i tuzemských se setkáváme se systémy přenosu energie, využívajícími hydrodynamických nebo hydrostatických konstrukčních prvků (obr. 6.4.b-d). Tyto systémy mají několik předností, jako je plynulý rozjezd, možnost plynulého nastavení rychlosti, možnost řazení převodových stupňů pod zatížením, rychlá změna směru pojezdu vpřed a vzad, omezení prokluzu kol, zatáčení stroje změnou otáček kol (princip d není typický pro standardní traktory a tahače, bývá užíván u harvestorů, vyvážecích traktorů aj.), ochrana před přetížením strojních mechanizmů aj.



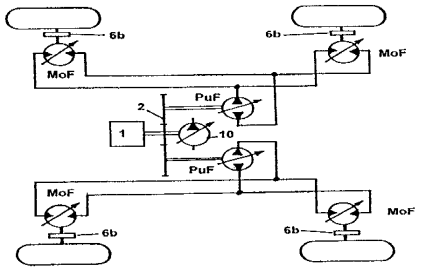
a) Mechanický přenos energie



b) Hydrodynamicko-mechanický přenos energie



c) Hydrostaticko-mechanický blokový systém přenosu energie

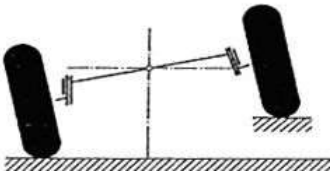


d) Systém přenosu energie pro hydrostatický pohon jednotlivých kol

1- spalovací motor, 2- rozvodovka (pohon pojezdu/pracovní hydraulika), 3- spojka pojezdu, 4- rychlostní skříň (měnič pohonu), 5- rozvodovka přední a zadní nápravy, 6- náhon kol (a-převod koly s čelním ozubením, b –převod planetovými koly), 7- vyrovnávací nebo diferenciální pohon, 8- zadní náprava, 9- přední náprava, 10 čerpadlo pracovní hydrauliky, 11- kloubové hřídele, PuF- čerpadlo hydrauliky pojezdu, MoF- hydraulický motor pojezdu, DMW- měnič točivého momentu

Obr. 6.4. Systémy přenosu energie k pohonu traktoru

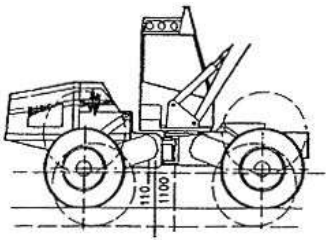
Karoserie je část vozidla s vytvořenými prostorami pro využití vozidla dle jeho účelu, příp. pro umístění části pohonné soustavy. Důležitou součástí může být i **nástavba**, tj. účelová část speciálních vozidel (u strojů v lesním hospodářství např. tzv. těžební výbava – naviják, rampovač, štít, výložník s drapákem, pracovní část rypadel, apod.).



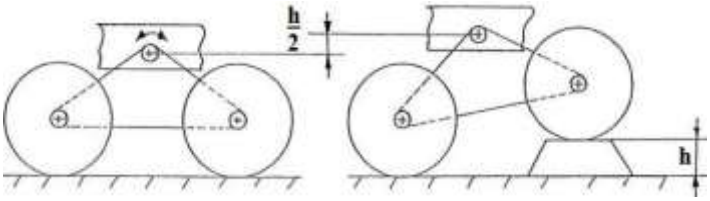
Obr. 6.5. Princip výkyvné přední nápravy **Obr. 6.6. Středový axiální kloub**

Technická řešení konstrukce podvozků strojů pro **překonávání terénních nerovností** umožňují kopírovat povrch nerovného terénu koly (pásy, kolopásy) stroje, které musí zaručit neustálý kontakt všech kol s povrchem terénu (podložkou). Princip, který je běžný v silniční dopravě, tj. **odpružení jednotlivých kol** vinutými nebo listovými pružinami ve složitém lesním terénu nedostačuje a je méně vhodný i z dalších důvodů (nežádoucí pokles stroje na pružinách při zatížení, nutnost stabilizace stroje, apod.). Velmi často je kopírování povrchu terénu řešeno pomocí **výkyvné nedělené nápravy**. U většiny kolových traktorů je touto nápravou náprava přední (řídící), na níž jsou kola zavěšena tak, že je lze natáčet do žádoucího směru jízdy. Výkyvná náprava bývá použita i u některých speciálních traktorů (tahačů) se středovým kloubem spojujícím oba polorámy a umožňujícím jejich vzájemné natáčení jen v horizontální rovině (např. LKT 81, 90), v tom případě jsou však kola na nápravě uložena pevně. Výkyvná náprava je uložena na vodorovném čepu upevněném na rámu stroje nebo na skříni motoru. Kola na této nápravě mohou být odpružená (zpravidla u traktorů s pohonem 4x2) nebo neodpružená. Výkyv přední nápravy je z důvodu zajištění stability stroje omezen dorazy. **Středový axiální kloub** (obr. 6.6.) umožňuje vedle řízení stroje zlamováním podvozku (natáčení předního a zadního polorámu kolem vertikální osy) též naklápění přední a zadní části podvozku podle horizontální osy a tím přizpůsobení polohy kol nerovnostem terénu. I v tomto případě je nutné omezení naklápění podle horizontální osy z důvodu stability na svahu a při práci s hydraulickým jeřábem. Toto blokování příčného naklápění se děje buď mechanicky pásovými brzdami, zarážkami, anebo hydraulicky uzamčením hydraulických válců spojující přírubu axiálního kloubu zpravidla se zadním polorámem. Používáno je u některých lesních kolových tahačů, u harvestorů a vyvážecích traktorů.

Nastavení jednotlivých kol (spider systém) (obr. 6.7.) je používáno u podvozků některých typů lesnických strojů, které mají středový kloub otočný jen dle vertikální osy. Každé kolo je upevněno na pohyblivém rameni a je individuálně hydraulicky stavěno do optimální polohy, řízení polohy kol je realizováno palubním počítačem, dle potřeby i ručně. Při jízdě po i kolmo na vrstevnici tak může být stroj až do určitého mezního sklonu svahu vyrovnáván do vodorovné polohy, což přispívá ke zvýšení jeho stability, neboť těžiště stroje tak může být přesouváno blíže ke svahu. **Bogie (též výkyvná zdvojená, či tandemová) náprava** (obr. 6.8.) je velmi rozšířeným konstrukčním řešením zejména u těžebně-dopravních strojů, tj. harvestorů a vyvážecích traktorů. Řešení spočívá v tom, že hřídele kol jsou pevně připevněny ke společnému rámu a tento rám je symetricky kyvně uložen na čepu upevněném na rámu podvozku stroje. Výkyv společného rámu je omezen dorazy. Toto konstrukční řešení umožňuje, že na skloněném terénu nebo při přejezdu přes překážky jsou kola stále rovnoměrně zatěžována, že oproti jednotlivému kolu je při stejné zátěži nápravy dosahováno snížení měrného tlaku na půdu a že při přejíždění překážky o výšce h a délce menší, než je rozestup kol na společném rámu (tj. jestliže kola tandemové nápravy překážku přejíždějí jedno po druhém), dojde k bočnímu náklonu podvozku jen o ½ *h*. Kola bogie nápravy mohou být poháněna i nepoháněna. Přes kola zdvojené nápravy lze nasadit kolopás, který dále snižuje měrný tlak nápravy na půdu a zlepšuje trakční vlastnosti stroje.

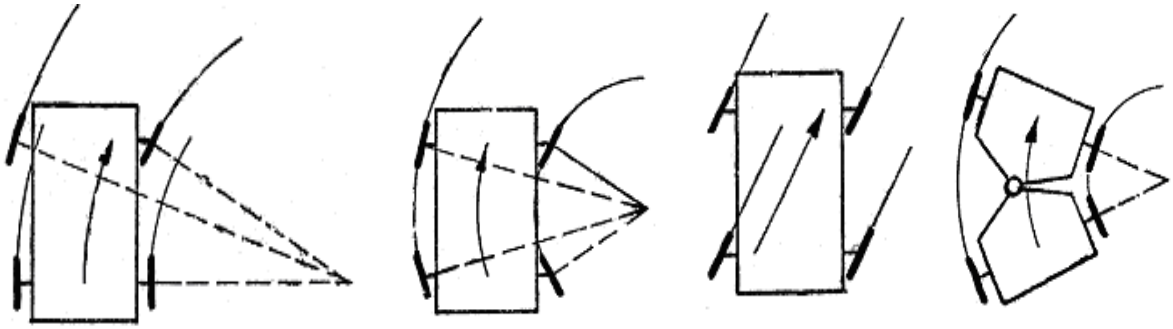


Obr. 6.7. Nastavení jednotlivých kol



Obr. 6.8. Princip bogie nápravy

Systémy směrového řízení kolových vozidel jsou řešeny více způsoby. K nejběžnějším náleží **natáčení kol** na jedné, zpravidla přední (řídící) nápravě do směru jízdy. Toto řešení je typické pro univerzální traktory, automobily apod. Toto princip směrového řízení způsobuje, že každé kolo zatáčejícího stroje se pohybuje po své stopě (odtud označení čtyřstopé řízení), neboť mu odpovídá jiný poloměr zatáčení (kola zadní nápravy se pohybují po menších kružnicích než adekvátní kola nápravy přední). S tímto faktem je nutno uvažovat např. při koncipování zpřístupňovacího systému cestní sítě. Řízení natáčením kol může probíhat i **natáčením kol na obou nápravách**. Kola mohou být natáčena vůči sobě zrcadlově opačně (důsledkem je jízda po kružnici – dvě jízdní stopy) nebo mohou být natáčena souhlasně (důsledkem je tzv. psí chod – čtyři jízdní stopy). Tento princip je používán méně často, a to u některých speciálních traktorů. Běžným principem směrového řízení je již výše popsané zlamování předního a zadního podvozku okolo středového čepu. Vlastní zlamování je zabezpečeno hydraulickým systémem, kdy síla potřebná k natočení polorámů je vyvozována přímočarými hydromotory (hydraulickými válci), spojujícími oba polorámy v prostoru středového čepu. Ovládání vysunutí či zasunutí pístnic válců je ovládáno z místa strojníka pomocí zvláštního rozvaděče (známý je systém Orbitrol, používaný u slovenských strojů LKT), opatřeného standardním volantem nebo pákovým ovladačem. Je-li vzdálenost uložení náprav od středového čepu na obou polorámech stejná, pak při zatáčení se vytvářejí jen dvě jízdní stopy (běžné u SLKT, viz obr. 6.9.). U některých vyvážecích traktorů se zlamovacím řízením však jsou vzdálenosti uložení náprav od středového čepu na předním a zadním polorámu různé, stroje pak vytvářejí při zatáčení čtyři jízdní stopy.



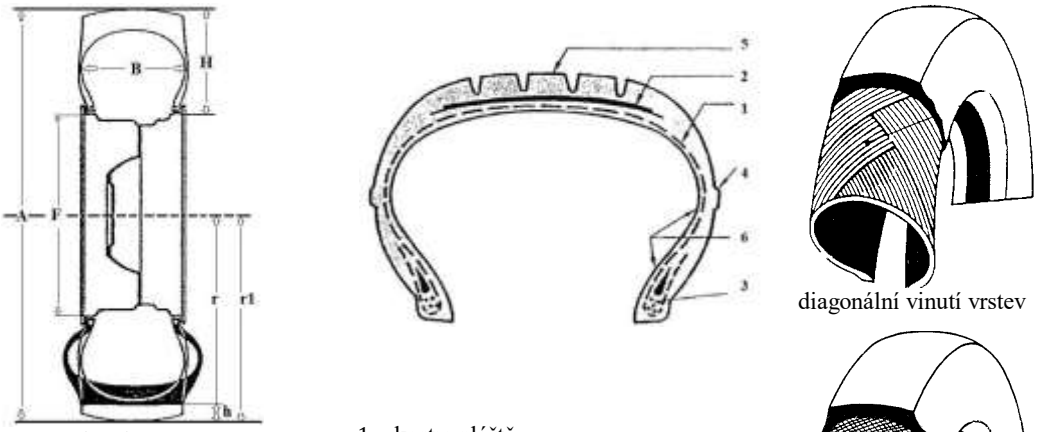
natáčení kol přední nápravy | zrcadlové natáčení kol obou náprav | souhlasné natáčení kol obou náprav | zlamováním polorámů

Obr. 6.9. Varianty směrového řízení mobilních strojů

Pneumatiky kol traktorů a tahačů přenáší zatížení kola na podložku, tvoří opory stroje spolupůsobící na udržení jeho stability, a jsou tlumícím prvkem vibrací způsobovaných přejezdem nerovností. Pneumatiky na řídících kolech zabezpečují směrové vedení stroje, a pneumatiky na hnacích kolech přenos síly od spalovacího motoru přes převodové ústrojí na hřídel kola, a z kola na podložku, a tím umožňují pohyb stroje i dosažení trakční síly pro tažení břemen a pohon adaptérů. Pneumatika se skládá z kostry, tvořené několika vrstvami opryžovaného pletiva z kordových vláken, která je ve spodní části zesílena a rozšířena, a u paty vyztužena drátěným lankem. Dále je pokryta vrstvou měkčí pryže, a na obvodu je běhoun (protektor), stýkající se s podložkou.

Základními rozměry pro určení pneumatiky je šířka pneumatiky a průměr ráfku, které se zpravidla udávají v palcích, ale šířka pneumatiky může být i v milimetrech. Běžné rozměry předních nehnaných traktorových pneu jsou 6,5-16 a 7,5-16", předních hnaných pneu 9,5-24", zadních 14,9-28", 16,9-34" aj. Mimořádný rozměr 12,4-36" je úzkých, kultivačních pneu, používaných v lesních školkách. Dále je v označení pneumatiky symbol profilu vzorku tvořený písmenem a číslicí. Jednotlivé vrstvy pletiva, tvořícího kostru pneumatiky mohou být vinuty diagonálně nebo radiálně. **Diagonální pneumatiky**

jsou tužší a odolnější proti průrazu, mají však menší styčnou plochu s podložkou oproti **radiálním pneu**.



H – výška pláště
B – šířka pláště
A – průměr pláště
F – průměr ráfku
r – poloměr pláště
r1 – účinný poloměr pláště
h – výška promáčknutí pláště zatížením

1 – kostra pláště
2 – vložka z ocelového kordu (nárazník)
3 – pata s lankem
4 – bočnice
5 – běhoun
6 – vnitřní vrstva pryže

Obr. 6.10. Základní charakteristiky pneumatik

Na pneumatikách traktorů, tahačů a lesnických strojů se používají tři základní druhy vzorků běhounu, prvním je **vzorek s podélnými rýhami** pro přední řiditelná kola traktorů 4x2, druhým je **zemědělský profil**, tvořený diagonálními lamelami o výšce 5–6 cm, který má dvě provedení: klasický hranatý, a se zaoblenou přechodovou hranou do bočnice, snižující frézování půdy při prokluzu. Třetí je profil **s lomenými lamelami**, určený zejména pro harvestory a vyvážecí traktory, umožňující použití kolopásů na bogie nápravách, neboť lomení lamel v podélné ose pneu tvoří hřeben, do něhož zapadají příčky kolopásů.

S podélnými rýhami | Klasický zemědělský | Zemědělský zaoblený | S lomenými lamelami | Kolopás

Obr. 6.11. Vzorky běhounů pneumatik a kolopás na pneumatikách s lomenými lamelami

Šířka pneumatiky a tlak huštění ovlivňují velikost tlaku pneumatiky na podložku, a podle toho je dělíme na **standardní**, s šířkou max. 450 mm při huštění >1,5 bar a na pneumatiky **nízkotlaké**, pro které je typická výrazně větší šířka (min. 600 mm) a schopnost pracovat při huštění <1,0 bar. Použití nízkotlakých pneumatik je jedním z předpokladů pro zvýšení šetrnosti lesní výroby, neboť tyto pneumatiky snižují stlačování půdy a její hutnění. (Jejich nevýhodou je ale výrazně vyšší cena, větší pravděpodobnost průrazu, a komplikovanější konstrukce disku – na rozdíl od standardních pneumatik, které drží na disku tlakem vzduchu, musí být nízkotlaké pneumatiky na disku drženy, aby po jeho povrchu neprokluzovaly). Zvětšená šířka pneumatiky zvyšuje i její nosnost – viz Tab.6.2.

Parametr		Standardní pneu 18,4-38	Nízkotlaká pneu 23,1-30	Nízkotlaká pneu 67-34
Vnější průměr	cm	175,0	170,5	172,0
Šířka pneu	mm	470	590	860
Promáčknutí zátěží	cm	8	10	10
Nosnost při huštění 0,6 bar	kg	2000	2500	2700
Nosnost při huštění 1,6 bar	kg	3000	3900	4600

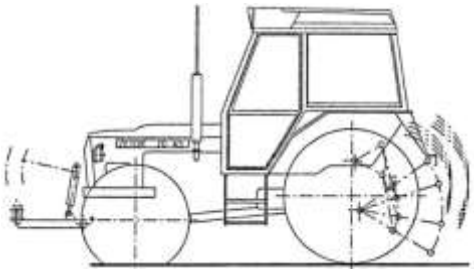
Tab. 6.2. Srovnání parametrů standardních a nízkotlakých (širokých) pneumatik

6.2.2. Univerzální kolové traktory

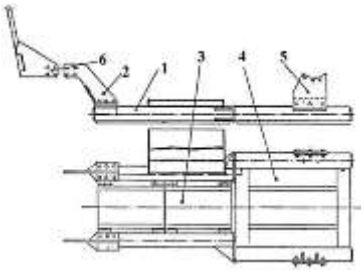
V lesním hospodářství ČR jsou v pěstební výrobě i v těžbě nejčastěji používaným energetickým prostředkem univerzální zemědělské traktory. V lesním školkařství pak můžeme z této skupiny strojů vyčlenit ještě podskupinu kolových traktorů nářaďových (nosičů nářadí).

Univerzální dvounápravové kolové traktory

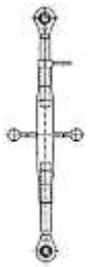
Donedávna byly takřka jedinými představiteli univerzálních kolových traktorů (UKT) v našem LH **traktory řady Zetor**. Tyto traktory mají podvozky bezrámové samonosné konstrukce, skříně jednotlivých strojních uzlů - motoru, spojky, převodovky a zadní nápravy - jsou zesílené na potřebnou nosnost a sešroubované. Tím vzniká jednotná nosná konstrukce. Zemědělské traktory mají svůj počátek v 19. století v souvislosti s prvními pokusy o využití zdokonaleného parního stroje pro zemědělské práce. První prakticky použitelný traktor se spalovacím motorem byl sestrojen v roce 1901 konstruktéry v USA. První polovina dvacátých let 20. století je počátkem traktorového průmyslu v Čechách, kdy traktory vyráběly Škodovy závody v Plzni, Českomoravská - Kolben – Daněk, a Wichterle - Kovařík v Prostějově. Po skončení 2. světové války se stal jediným reprezentantem českých traktorů na světovém trhu Zetor. První Zetory 25 a Zetory 15 byly vyrobeny v roce 1946 a v roce 1961 byla jako první na světě zahájena výroba unifikované řady traktorů. Její podstatou je rozsáhlá unifikace součástí motoru i ostatních skupin podvozku a karosérie. Postupně se traktory Zetor vyráběly ve čtyřech UŘ.



UKT Zetor 70-45
Bezrámová konstrukce,
přední a zadní tříbodový závěs



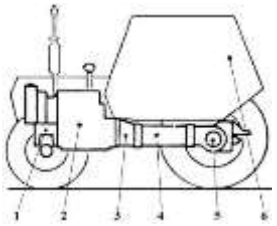
Ochranná vana UKT
1 vana 2 držáky 3 víko přední
4 víko zadní 5 závěs 6 štít



Stavitelné horní táhlo
tříbodového závěsu
L = 540 + 160

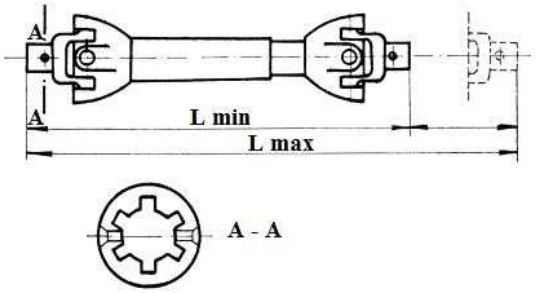
Obr. 6.12. Univerzální kolový traktor (UKT) a jeho výbava

Na traktory jsou adaptovány různé nástavby a připojovány adaptéry umožňující jejich využití pro úvazkové nebo bezúvazkové soustřeďování dříví a další práce. Traktory musí být pro daný účel vybaveny nástavbami (naviják, štít, rampovač apod.) a upraveny (ochranná vana spodku traktoru I. UŘ, zesílený přídavný rám u III. UŘ). Používanými typy traktorů Zetor v posledním období byly Z 7245 Horal, Z 7745, Z 8145 a Z 12145, v provozu jsou však dosud i traktory starších typů, jako Z 6748 a Z 6711. **Typové označení** traktorů Zetor má význam: první dvojčíslí označuje výkon motoru v HP, druhé dvojčíslí označuje počet hnaných náprav (45, 48 = traktor 4x4, 11, 21 = traktor 4x2).



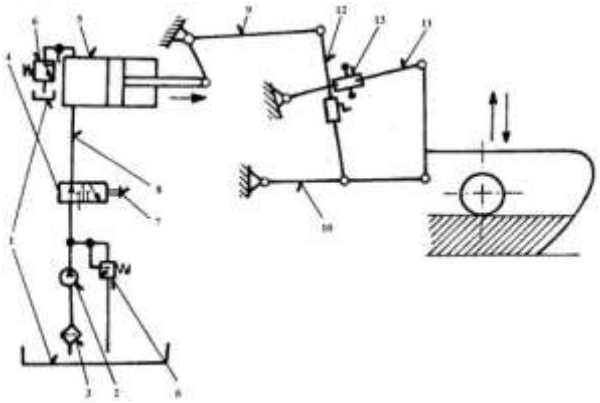
1 kyvná přední náprava 2 motor
3 skříň spojky 4 převodovka
5 rozvodovka s tuhou zadní nápravou
6 kabina

Obr. 6.13. Bezrámová (bloková) koncepce traktoru



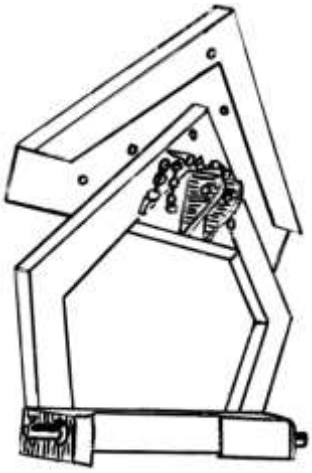
Obr. 6.14. Kloubový hřídel pro přenos výkonu od vývodového hřídele traktoru

Univerzální kolové traktory Zetor starší koncepce jsou vybaveny vznětovým řadovým čtyřdobým, tří až čtyřválcovým **motorem** s přímým vstřikem paliva, chlazeným kapalinou. Vstřikovací čerpadlo je v bezobsluhovém provedení. **Spojka** je dvoulamelová, dvouúčelová s talířovou přítlačnou pružinou. Pojezdová spojka je ovládána hydraulicky, a po celou dobu životnosti obložení lamely nevyžaduje seřizování. Spojka vývodového hřídele má vzduchové ovládání s mechanickou vazbou. Přední náprava traktorů Zetor 5211, 6211, 7211 a 7711 je výkyvná a vybavená výsuvnými odpruženými nástavci s koly s možností nastavení tří různých rozchodů předních kol. Hnané přední nápravy traktorů 4x4 jsou výkyvné, neodpružené. Přední kola nejsou opatřena brzdami. **Dvounápravové traktory se všemi hnacími koly** využívají celou hmotnost traktoru k přenosu tahové síly. Při stejné tahové síle se značně sníží prokluz kol traktoru. Účinnost traktoru je při vyšších tahových silách vyšší než u klasických typů. **Převodové ústrojí** je mechanické. Počet převodových stupňů je 10 + 2, tj. 5 silničních vpřed a jeden zpáteční, 5 redukovaných vpřed a jeden zpáteční. Na přání je možno převodovku vybavit násobičem točivého momentu, zvyšujícím hnací sílu na kolech a počet převodových stupňů na 20 vpřed a 4 vzad. Zejména v lesních školkách je důležité, aby převodovky traktorů umožňovaly dosažení plazivé rychlosti traktoru cca 100–200 m/hod. **Vývodový hřídel** má přenos výkonu řešen dvěma způsoby, a to jako nezávislý s normalizovanými otáčkami vývodového hřídele 540 a 1 000 ot. min^{-1}, a jako závislý s otáčkami vývodového hřídele závislými na zařazeném převodovém stupni. Vývodový hřídel má výměnné koncovky, pro 1000 min^{-1} s 21 drážkovým a pro 540 min^{-1} s 6 drážkovým profilem.



1 nádrž 2 hydrogenerátor 3 čistič 4 rozvaděč
5 jednočinný přímočarý hydromotor 6 pojistný ventil 7 ovládací páky
8 potrubí 9 hlavní zvedací rameno 10 spodní táhlo 11 vzpěrné táhlo
12 spojovací táhla 13dvojitá matice

Obr. 6.15. Hydraulické systémy traktoru



Obr. 6.16. Rychlozávěs

Regulační technika Zetormatic se skládá z vnitřního a vnějšího okruhu. Vnější je zakončen třemi rychlospojkami typu RK 12, výkon čerpadla je 32 $l.min^{-1}$. Do hydraulického okruhu je v odpadní větvi vnitřního okruhu zařazen čistič oleje s papírovou vložkou. **Zadní tříbodový závěs** má spodní táhla vybavena výsuvnými koncovkami. Pravé zvedací táhlo tříbodového závěsu je ovládáno z kabiny z místa řidiče. Zvedací mechanismus tříbodového závěsu je vybaven vnitřním a případně vnějším hydraulickým válcem pro zvýšení celkové zvedací síly. Pro usnadnění připojení adaptérů může být tříbodový závěs opatřen rychlozávěsem. Tříbodový závěs může pracovat ve třech režimech regulace: **Silová regulace** závěsu spočívá v tom, že se reguluje síla v impulzních táhlech tříbodového závěsu traktoru, kterou se snaží udržet na konstantní hodnotě. Silová regulace při práci traktoru v orbě reaguje na změnu odporu pluhu tak, že částečně pluh vyhloubí, nebo zahloubí s cílem udržet konstantní sílu. Bude-li se měnit homogenita půdy, může dojít k nežádoucí změně hloubky orby. Naopak při orbě s neseným pluhem na pozemku s nerovným povrchem silová regulace reaguje na nerovnosti a hloubku orby a vyrovnává kolísání hloubky orby. **Polohová regulace** automaticky udržuje ramena zvedacího ústrojí v poloze, kterou nastavila obsluha. Při změně polohy neseného nářadí je vyvolán regulační pochod, který nastaví ramena zvedacího ústrojí na původně určenou polohu. **Přední tříbodový závěs** a **přední vývodový hřídel** jsou montovány na zvláštní přání a určeny k připojování čelně nesených zemědělských strojů a nářadí. **Ochranná vana** pro Z 7045 a Z 7245 (existují samozřejmě ochranné vany i pro mnohé další typy traktorů) je speciálním doplňkem traktorů sloužícím jako bezpečný kryt spodní části traktoru při provádění mechanizovaných prací pěstební činnosti na vytěžených porostních

plochách s ponechanými pařezy. Vana je svařenec, jehož hlavní částí jsou dvě podélné trubky spojené ve střední a zadní části příčníky. **Štít úplný** je samostatná část ochranné vany, která se přišroubuje na traktor v jeho přední části. Tvoří ochranu masky a chladiče proti poškození průnikem pahýlu kmene nebo větví. Zachovává možnost montáže předního závaží a umožňuje přístup ke světlometům a krytu přední masky.

V současné době jsou firmou Zetor dodávány **univerzální traktory nových koncepcí**, které jsou srovnatelné s trendem, který je zřejmý u ostatních světových výrobců, jako je New Holland, Fendt, John Deer, Massey Fergusson aj. Tyto traktory se mj. vyznačují přeplňovanými až šestiválcovými motory s řízeným vstřikem, mnohastupňovými reverzačními převodovkami, řazením pod zatížením, vybavením elektronickými systémy, výrazně vyššími tlaky v hydraulických systémech (až 200 bar) a vysokým ergonomickým komfortem kabin.

K novým výrobkům Zetor patří ekonomická řada univerzálních kolových traktorů řady Major. Traktory v provedení s pohonem 2 i 4 kol jsou vybaveny 3 a 4 válcovými motory s výkonem od 33 do 57 kW, a mají moderní vzhled obdobný sofistikovanější řadě Super. Traktory jsou k dispozici v provedení s kabinou i bez ní. Další řadou je nejnovější Zetor Proxima. Design je stylově příbuzný s traktory Forterra a harmonizuje s tvary bezpečnostní kabiny. Traktory jsou vybaveny novou řadou motorů Zetor splňující mezinárodní emisní a exhalační normy EURO II, EPA II, Tier 6. Motory dosahují převýšení krouticího momentu 35 %. Jsou vybaveny vyvažovacími jednotkami, zařízením pro zimní starty a možností užívání veškerých Bio náplní. Mechanická, plně synchronizovaná převodovka s 20 + 4 stupni, s otáčkami vývodového hřídele 540, 540E a 1000 min^{-1}. Prodloužené lhůty výměn olejů příznivě ovlivňují ekonomičnost provozu. Bohatou výbavu lze rozšířit širokou nabídkou doplňků na přání. Řada Zetor Forterra jsou traktory střední řady nabízené ve výkonech od 60 do 88 kW. S řadou Super mají společný nový design bezpečnostní kabiny. Řada technických předností a příslušenství nabízeného na přání, obsahuje např. EHR Bosch, motor se startovacím zařízením pro velmi nízké teploty a vyvažovacími jednotkami, 24 stupňovou reverzační převodovku, apod.

Emisní limity motorů

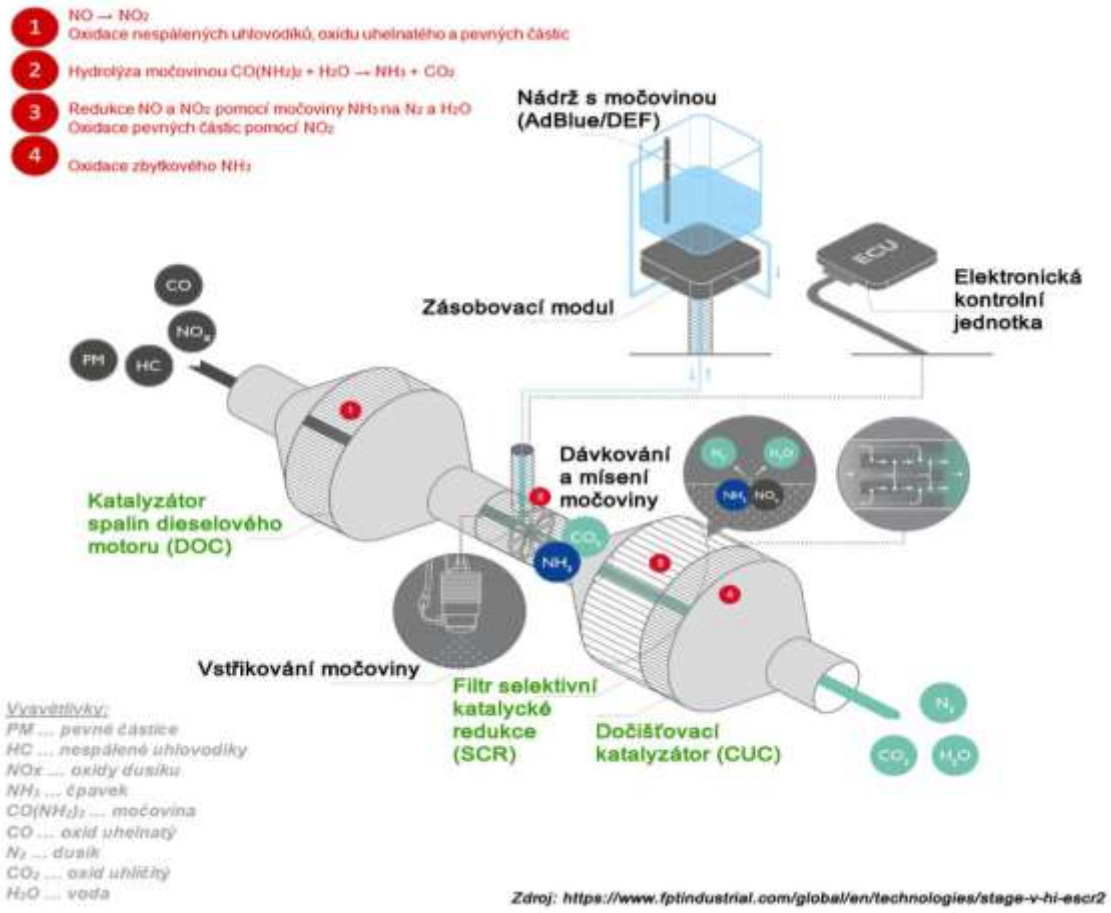
Emisní normy EURO existují již od roku 1992. Jsou závazné a platné ve všech zemích Evropské unie a udávají, jaké **maximální množství škodlivin může být obsaženo ve výfukových plynech silničních vozidel**. Emisní normy sledují a regulují množství oxidu uhelnatého (CO), uhlovodíků (HC), oxidů dusíku (NOx) a pevných částic (PM) na jeden ujetý kilometr.

Od roku 1992 vychází nové emisní normy EURO v pravidelném intervalu 4 až 5 let a vzestupně se číslují. Pro osobní a lehké užitkové automobily se užívají normy číslované arabskými číslicemi, emisní normy pro autobusy a těžké nákladní automobily jsou označeny římskými číslicemi.

Každá nová emisní norma je přísnější a limity škodlivin nižší. Vztahuje se ovšem pouze na vozidla nově uváděná na trh. Nejnovější emisní normou je v současné době EURO 6 z roku 2014, která byla inovována a ještě více zpřísněna verzí 6c, resp. 6.2.

Evropské **emisní normy pro dieselové motory zemědělských prostředků** byly zpracovány do několika úrovní známých jako Stage I až Stage IV. Stage I/II První evropské právní předpisy upravující emise pracovních strojů byly vyhlášeny 16. 12. 1997. Jednalo se o směrnici 97/68/ES. Limity pro dieselové motory byly představeny ve dvou etapách: Stage I vešla v platnost v roce 1999 a Stage II byla implementována od roku 2001 do roku 2004, v závislosti na výkonu motoru. Tyto předpisy se vztahovaly na širokou škálu strojů pro stavební, zemědělské a další účely, přičemž všechny tyto stroje měly společné předpisy. Pouze u zemědělských a lesnických traktorů byly jiné lhůty pro provedení (směrnice 2000/2S/ES). V roce 2014 vešla v platnost **emisní norma Stage IV pro motory traktorů o výkonu 75–173 koní** (pro představu to jsou přibližně dvě třetiny produkce značky Zetor). Norma Stage IV je charakteristická velmi přísnými limity oxidů dusíku (NOx) o hodnotě 0,4 g/kWh. Pro jejich dosažení je využíváno kombinace technologií aktivního DPF filtru (filtru pevných částic) a SCR (selektivní katalické redukce na principu aplikace roztoku močoviny (obchodní název AdBlue) do proudu výfukových plynů). Tímto chemickým katalyzátorem a dostatečnou teplotou se přebytečný NOx redukuje na vodu (H_2O) a dusík (N_2).

Stage V je dalším vývojovým stádiem emisních standardů pro motory, které jsou používány v nových strojích a vozidlech určených k provozu mimo silniční komunikace. Norma Stage V začala platit v roce 2019 pro motory **do 56 kW** a **nad 130 kW** a od roku 2020 pro motory o výkonech **56 - 130 kW**. Na rozdíl od předchozích norem se **Stage V** poprvé vztahuje také na dieselové motory s výkonem **pod 37 kW** (50 k) i na ty s výkonem **nad 560 kW** (760 k). Emisní úroveň Stage V pokračuje v cestě k dalšímu snižování množství pevných částic a obsahu oxidů dusíku NOx. Hlavním rozdílem u **Stage V** oproti dřívějším normám je, že je **poprvé stanoveno limitní množství pevných částic pro celou výkonovou škálu motorů**. To znamená, že se filtry pevných částic budou povinně používat všude. Nové normy budou platit nejen pro tradiční stroje stavební, průmyslové, zemědělské, k manipulaci s materiálem, ale i pro mobilní stroje s konstantní rychlostí chodu, jako jsou třeba generátory na kolových přívěsech.



Obr. 6.17. Princip činnosti zařízení ke snižování emisí vznětových motorů mísením spalin s močovinou

Povolené emise [g/kWh]	Oxid uhelnatý		Nespálené uhlovodíky		Oxidy dusíku		Pevné částice		Počet pevných částic na 1 kWh
Výkon [kW]	Stage IV	Stage V	Stage IV	Stage V	Stage IV	Stage V	Stage IV	Stage V	Stage V
do 8	-	8,00	-	7,50	-	7,50	-	0,400	-
8 - 19	-	6,60	-	7,50	-	7,50	-	0,400	-
19 - 37	-	5,00	-	4,70	-	4,70	-	0,015	1×10^{12}
37 - 56	-	5,00	-	4,70	-	4,70	-	0,015	1×10^{12}
56 - 130	5,00	5,00	0,19	0,19	0,40	0,40	0,025	0,015	1×10^{12}
130 - 560	3,50	3,50	0,19	0,19	0,40	0,40	0,025	0,015	1×10^{12}
nad 560	-	3,50	-	0,19	-	3,50	-	0,045	-

Zdroj: https://www.dieselnet.com/standards/eu/nonroad.php#s3

Tab. 6.3. Porovnání emisních norem Stage IV a Stage V pro mimosilniční motory

Nářaďové traktory

Jedná se o skupinu vyčleněnou z univerzálních kolových traktorů. Nářaďový traktor (**nosič nářadí**) je samochodný energetický prostředek, na který se agregují různé druhy nepoháněného i poháněného nářadí (adaptérů). Pohon nářadí je řešen vývodovou hřídelí, tlakovým hydraulickým olejem, nebo od pojezdu stroje. Rozlišují se podle

a) **konstrukce podvozku** na kolové, pásové, portálové, kolejové ap.
b) **konstrukce nosné části** na rámové, páteřové, závěsové a mostové
c) **variability použití** na univerzální a jednoúčelové.

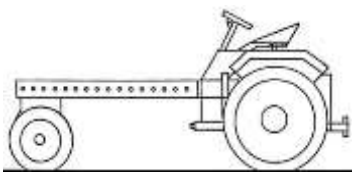
Nosiče nářadí jsou v lesním hospodářství používány zejména ve školkách. Jsou nejčastěji čtyřkolové, zřídka pásové. Jejich typickou vlastností je, že motor a převodovka jsou umístěny v zadní části pod místem řidiče a přední část je tvořena odkrytou nosnou částí (rámovou nebo páteřovou, příp. kombinovanou s hydraulickými závěsy pro upevnění nářadí). Většina nářadí se upevňuje mezi přední a zadní nápravu a proto se **nosiče vyznačují dobrou viditelností z místa řidiče na nářadí**. Výkon motoru nosičů je nižší než u kolových traktorů (u běžných typů 20-25 kW, jsou proto vhodné pro energeticky méně náročné činnosti, vyžadující ale přesnost při práci (pletí a kypření, výsev ap.). Na počátku 60. let se do naší republiky ve velké míře dovážel z tehdejší Německé demokratické republiky (NDR) nářaďový traktor RS-09, který je výjimečný i tím, že je jedním z nejstarších strojů v našem LH. Jeho výroba sice byla ukončena v roce 1970, přesto je stále používán v mnoha lesních školkách. Vyznačuje se páteřovým nosníkem nářadí, zadním tříbodovým závěsem a vnějším hydraulickým okruhem. V 60. letech se u nás krátce vyráběl nosič nářadí TN4-K2-10 s rámovým nosníkem. V současnosti jsou pro lesní školky dostupné zahraniční nářaďové traktory ze Slovenska, Rakouska, Německa, Dánska, Ruska ap.

Portálové nosiče nářadí se vyznačují velkou světlou výškou (1,0–2,0 m), což jim umožňuje pracovat ve vysokých kulturách. V LH je možné jejich uplatnění při pěstování vzrostlého sadebního materiálu, poloodrostků a odrostků, případně u produkce vánočních stromků). Spíše na úrovni teorie a pro úplnost se uvádí pro zemědělské výrobní celky jako progresivní mobilní nosiče nářadí mostového typu. **Mostový nosič** představuje širokozáběrovou soupravu zpravidla na dvou podvozcích, která se pohybuje po dvou zpevněných pásech nebo kolejnicích. Rozchod podvozků může činit 20 i více metrů. Na podvozcích se umisťuje nosný člen nesoucí výměnné pracovní orgány nebo celé adaptéry. V lesních školkách se těmto zařízením podobají některé závlahové systémy.

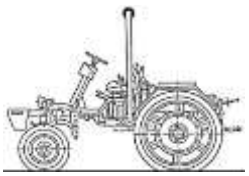
Typ	Země původu	Výkon motoru kW	Rychlost min. km.h^{-1}	Rychlost max. km.h^{-1}	Nosník	Použití
RS-09	NDR	19,0	0,9	15,5	P, Zz	U
Schifter M 18	SRN	13,6	2,0	28,0	R, Zz	U
Schifter M 28	SRN	21,2	1,5	24,0	R, Zz	U
Schifter M 33	SRN	25,0	1,5	24,0	R,.Zz	U
MT6-091	Slovensko	13,0		15,0	P	U
Agron 22	Slovensko	22,0	1,3	24,0	Zp, Zz	U
T16-M	Rusko	20,5	1,2	17,5	P, Zz	U
Quicktrack	Rakousko	11,0	1,1	14,0	R, Zz	U
Quicktrack	Rakousko	11,0	0,1	12,0	R	Š
Egedal M	Dánsko	10,5	0,1	6,0	R	Š
Egedal XMAS 500	Dánsko	37,5	0,1	18,0	R, Zp, Zz	U, VS

P – páteřový nosník R – rámový nosník Zp – závěs přední Zz – závěs zadní U – univerzální Š – školkování VS – vánoční stromky

Tab. 6.4. Základní parametry vybraných typů nářaďových traktorů

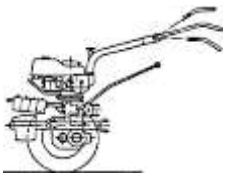


Nářaďový traktor RS 09



Nářaďový traktor Agron 22

Obr. 6.18. Nářaďové traktory



Jednoosý traktor Agzat

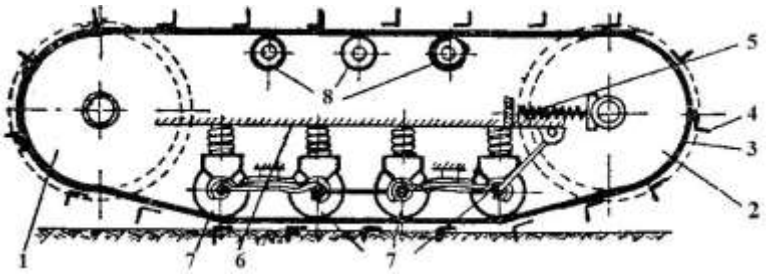
Obr. 6.19. Jednoosý malotraktor

6.2.3. Jednonápravové traktory

Do skupiny jednonápravových traktorů se zařazují traktory jednokolové 1K1 (1 - motorové okopávačky), a dvoukolové 2K2 (2 - motoroboty). Traktor se řídí klečemi, na nichž jsou umístěny veškeré ovládací orgány. Pracovník jde buď za traktorem, nebo sedí na pomocném podvozku. Nářadí se umísťuje před nápravu nebo za ni. Jednonápravové traktory se vybavují lehkými zážehovými nebo vznětovými motory, většinou o výkonu 3-4 kW, v menší míře o výkonu vyšším. V ČR i dalších zemích se v současné době zabývá výrobou jednonápravových traktorů a příslušenství k nim řada výrobců. **Systém UNI** představuje soustavu strojů, do které především patří jednonápravový malotraktor, ke kterému se připojují adaptéry pro orbu, kultivaci, sečení, obracení, dopravu atd. Motor je typu Jikov o výkonu 5,15 kW, hmotnost tažné jednotky je 168 kg. Objem válce motoru je 218 cm^3, počet převodových stupňů 4 + 2. **Agzat 100** je vybaven motorem o výkonu 3kW a objemu 100 cm^3. Je určen k pohonu různých agregátů - jako např. ke zpracování půdy, sečení atd. **Systém Vari** - základem je motor o výkonu 5,5 kW a čtyři základní typy převodovek, ke kterým se připojují nejrůznější pracovní zařízení. V lesním hospodářství lze použít jednonápravové traktory v menších lesních školkách, pro hloubení jamek, při ožínání kultur ap.

6.2.4. Pásové traktory

Energetické prostředky na pásových podvozcích mají mezi pojezdovými koly a podložkou nekonečné ocelové pásy uložené na kladkách. Pásy slouží jako pojezdové ústrojí, přičemž k dosažení vysokých tahových sil se u pásových prostředků využívá jejich celková hmotnost. Pásové podvozky mají vysokou schopnost adheze (i více než 100 %), je proto možné plně využívat maximální výkon motoru bez nadměrného prokluzu. Používají se převážně k nejtěžším pracím při zpracování půdy a v podmínkách, kdy se vyžaduje nízký měrný tlak na půdu (0,3 – 1,0 bar, pásy pro málo únosné půdy a meliorační práce jsou široké až 1 m.) a vysoká tahová síla, případně vysoká stoupavost. V dnešní době jsou pásovými podvozky vybaveny především dozery, a případně i některé těžební stroje. Skutečné pásové traktory se v současném LH v ČR používají jen zřídka. **Podvozky pásových prostředků** jsou **rámové** i **bezrámové** a je v nich zavěšeno i pojezdové ústrojí. To se skládá ze dvou pásů, dvou hnacích kol pásů, odpružených pojezdových vozíků s kladkami, nosných kladek a vodicích (napínacích kladek). Pás se skládá z článků spojených čepy. Pásy jsou ocelové, mohou být opatřeny i pryžovými či plastovými komponenty. Jednou z nevýhod pásových podvozků (zejména ocelových) je poškozování povrchu zpevněných komunikací, a to zejména při zatáčení, které se děje změnou otáček pásů mezi sebou. K nejnovějším pásovým traktorům, určeným pro zemědělství je Caterpillar Challenger 65 s výkonem motoru 200 kW, s pryžovými pásy o šířce 62 cm a styčné ploše 3,3 m^2, působící měrným tlakem na půdu 42 kPa.



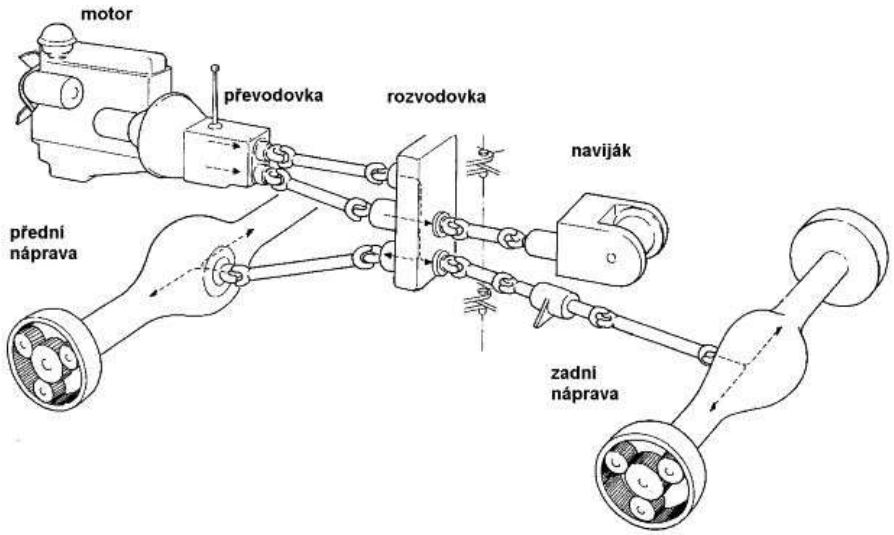
1 hnací ozubené kolo
2 vodicí kolo
3 pás
4 žebra (ostruhy) pásu
5 napínací ústrojí
6 pojezdový vozík
7 kladky
8 nosné kladky

Obr. 6.20. Schéma pásové pojezdového ústrojí

6.2.5. Speciální lesní kolové traktory a tahače

V českém lesním hospodářství se speciální lesní kolové tahače (SLKT) používají více než čtyřicet let. Na přelomu 60. a 70. let 20. století bylo dovezeno několik kusů zahraničních tahačů Kockums a Valmet (nyní firma Komatsu), významného rozšíření však dosáhly až po zavedení tuzemské výroby v tehdejším Československu počátkem 70. let, kdy byla v Závodech ťažkého strojárstva Martin zahájena výroba tahače LKT 75. Svou základní koncepcí jsou si speciální lesní kolové traktory a tahače používané v našich podmínkách velmi podobné: mají dvoudílný rám spojený středovým kloubem, směrové řízení je řešeno zlamováním předního a zadního polorámu kolem svislého čepu

pomocí hydraulických válců a volantového rozváděče, všechna čtyři kola jsou stejně velká, trvale poháněná a nápravy jsou vybaveny uzávěrkami diferenciálu, což předurčuje dobré tahové vlastnosti těchto strojů, zadní náprava je pevná, přední náprava může být výkyvná nebo je výkyv předního a zadního polorámu zabezpečen axiálním kloubem. Stroje jsou opatřeny bezpečnostní kabinou řidiče a vyznačují se větší světlou výškou (50 cm oproti 30 cm u UKT) a vyšší stabilitou, jež jim umožňuje pohyb v terénech se sklonem do 40 %. Speciální lesní kolové tahače se od speciálních lesních kolových traktorů liší zejména tím, že jsou přímo z výroby vybaveny mechanismy pro soustřeďování dříví vlečením (navijáky, drapáky, přibližovacími štíty, svěrnými opleny) a nejsou zpravidla uzpůsobeny pro snadné a rychlé připojování odpojování a pohon rozličných adaptérů. Některé soudobé konstrukce SLKT jsou však již koncipovány pro univerzálnější použití, kdy lze např. přibližovací štít sejmout, tím odkrýt táhla tříbodového závěsu, případně etážového závěsu a přívodu hydraulického oleje a točivého momentu od vývodové hřídele (příkladem je LPKT 40 ZŤS Martin).



Obr. 6.21. Rozvod výkonu na kola a naviják SLKT

Typ	Charakteristika
LKT-75	lesní kolový tahač, 1bubnový naviják, pevný štít, čelní rampovač
LKT-80	lesní kolový tahač, 1bubnový naviják, pevný štít čelní rampovač
LKT-81	lesní kolový tahač, 2bubnový naviják, pevný štít čelní rampovač
LKT 90A	lesní kolový tahač, 2bubnový naviják, sklopný štít, čelní rampovač
LKT 90B	lesní kolový tahač, 2bubnový naviják, drapák na výložníku, čelní rampovač
LKT 90P	lesní kolový traktor, 3bodové závěsy vpředu i vzadu
LKT-120	lesní kolový tahač, 2bubnový naviják, pevný štít, čelní rampovač
VKS-120	vyvážecí traktor, klanice, hydraulický jeřáb s drapákem
VKS 9041	vyvážecí traktor, klanice, hydraulický jeřáb s drapákem
VKS 9042	vyvážecí traktor, hydraulický jeřáb s drapákem, svěrný oplen
LKN 90	nakladač, hydraulický jeřáb s drapákem
LPKT 40	speciální lesní traktor, 3-bodový závěs vzadu, sklopný štít na zadním 3-bodovém závěsu, 1bubnový naviják, čelní rampovač
LKT 82	lesní kolový tahač, 2bubnový naviják, čelní rampovač, hydraulický jeřáb s drapákem, svěrný oplen (pozn.: nejnovější výrobek firmy LKT s.r.o. Trstená)
LKT 81 ITL	lesní kolový tahač, 2bubnový naviják, čelní rampovač, hydraulický jeřáb s drapákem

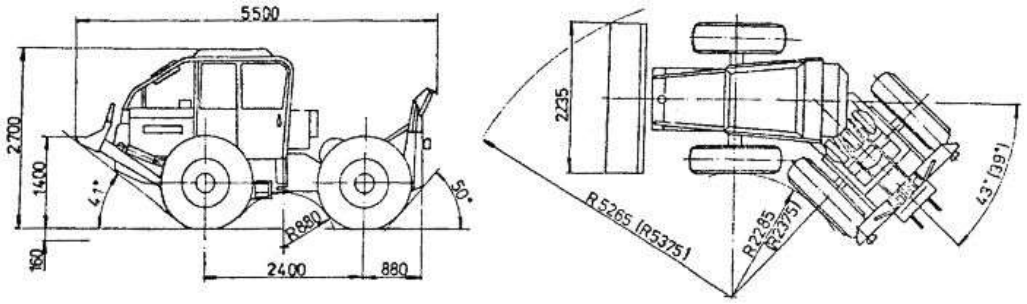
Tab. 6.5. Přehled speciálních traktorů a tahačů ZŤS

Charakteristika vybraných typů speciálních traktorů a tahačů ZŤS. Společné znaky strojů ZŤS jsou uvedeny v tabulce 6.4. Jednotlivé typy jsou význačné některými konstrukčními prvky a užitnými vlastnosti.

Lesní kolový tahač LKT-81

Přední náprava je výkyvná, motor, 5 stupňová převodovka a 2 stupňová sestupná rozvodovka jsou umístěny v přední části. Náhon točivého momentu od rozvodovky k přední a zadní nápravě je kloubovými hřídeli. Na zadní části je upevněn hydraulicky poháněný dvoububnový naviják s třecími

lamelovými spojkami a pásovými brzdami, jež jsou ovládány elektropneumaticky. Součástí zadní části je pevný přibližovací štít s kozlíkem pro vedení lan. Na přední části je upevněná hydraulicky ovládaná rampovací radlice. Je určen pro soustřeďování dříví lanovým navijákem, nahrnování dříví na hráně, začelování hrání, jednodušší zemní práce, tažení přívěsů do 3000 kg.



Obr. 6.22. Lesní kolový tahač LKT-81

Lesní kolové tahače LKT-90

Tahače jsou řešeny jako stavebnicové, tj. základní korpus stroje je shodný, typy se liší výbavou a určením. Motor je přeplňovaný, čtyřválcový s přímým vstřikem paliva. Převodovka 3 HPR 75.C je třístupňová hydromechanická planetová reverzační s řazením pod zatížením a možností automatického řadění převodových stupňů a blokování měniče. Hydrodynamický měnič má převodový poměr 2,6. V jeho sekci je vestavěn hydrogenerátor, zabezpečující dodávku tlakového oleje pro ovládání převodovky a mazání. Ze základní planetové převodovky je výkon možno odebírat buď přes přídavnou převodovku k navijáku, nebo přes planetové převody do přídavné převodovky. Tato přídavná převodovka poskytuje přes zubovou spojku a kloubový hřídel točivý moment navijáku u LKT 90 A, LKT 90 B a k vývodovému hřídeli u LKT 90 P. Z předního spodního hřídele rozvodovky je odebírán pohon přední nápravy a ze zadního spodního hřídele pohon zadní nápravy (viz Obr. 6.20.). Přední náprava uložena pevně, výkyv přední a zadní části je řešen axiálním kloubem.

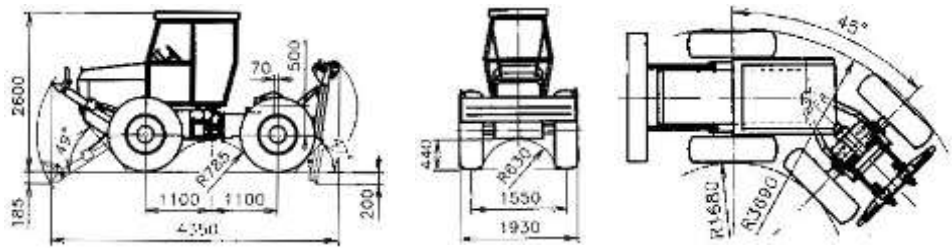
LKT 90 A – tahač je určen pro soustřeďování dříví navijákem, nahrnování dříví na hráně, začelování hrání, jednodušší zemní práce, tažení nebrzděných přívěsů do 3000 kg. **LKT 90 B – tahač** je určen pro bezúvazkové soustřeďování dříví pomocí drapáku na hydraulickém výložníku, vybaven je i lanovým navijákem. Může být použit i pro protahování stromů odvětvovacím strojem. **LKT 90 P – traktor** je vybaven tříbodovými závěsy a vývodovými hřídeli vzadu i vpředu a slouží k nesení a pohonu vhodných adaptérů i k tažení nebrzděných přívěsů do hmotnosti 3000 kg (do 7000 kg u brzděných přívěsů).

	LKT 81	LKT 81 T	LKT 90 A	LPKT 40	LKT 82
Konstrukční hmotnost (kg)	6 730	7 065	7 040	3 500	9 500
Výkon motoru (kW)	60	75	75	46	93
Zatížení přední nápravy (%)	60	60	65	60	60
Počet bubnů navijáku	2	2	2	1	2
Tažná síla navijáku (kN)	60	70	80	40	100
Tlak v hydraulice (MPa)	16	16	16	35	35
Převodových stupňů	2x(5+1)	2x(5+1)	2x3	hydrostat.	hydrostat.

Tab. 6.6. Technické parametry některých strojů LKT

Lesní a zemědělský kolový tahač LPKT 40

Tento prostředek je vybaven čtyřválcovým motorem a hydrostatickým přenosem výkonu pomocí regulačního pístového čerpadla SPV 22 a neregulačního pístového motoru SMF 22. Rozvodovka je dvoustupňová. Nápravy jsou pevné, stroj je vybaven axiálním kloubem, který umožňuje kopírování povrchu terénu koly stroje tím, že jsou oba polorámy vůči sobě vzájemně osově natočitelné. Naviják je hydrostatický jednobubnový. Stroj je vybaven rampovací radlicí, demontovatelným sklopným štítem neseným na zadním 3bodovém závěsu, lanovým kozlíkem vývodovou hřídelí 0 - 1000 min^{-1}.



Obr. 6.23. Lesní a zemědělský kolový tahač LPKT 40

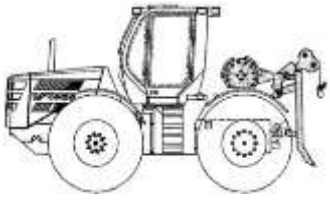
Obr. 6.24. Lesní a zemědělský kolový tahač LPKT 40

LKT 82 je soudobým představitelem modernizace v oblasti ergonomie a výkonu lesního stroje zaměřeného na využití pokrokových technologií těžby a přibližování dřeva. Je postaven na podvozku typové řady LKT 81 a nástavbu tvoří sklopný štít, radlice, naviják a na přání i hydraulický jeřáb podle výběru. Všechny ovladače jsou elektricky (elektro-hydraulicky) ovládané, otočné pracoviště umožňuje flexibilní práci a jízdu se strojem. Vysoký výkon motoru, bezpečnostní kabina s nízkou hladinou hluku, servořízení s nouzovým ovládáním stroje, automatika pojezdu s inch-ovládáním, pneumatiky se zvýšenou nosností a průchodností v těžkém terénu přispívají k užitkovosti a komfortní obsluze stroje. Na objednávku je možné dodat i další vybavení stroje jako například: termostart, klimatizace, zadní tříbodový závěs s plovoucí polohou a vývodovou hřídelí, závěs pro přívěs, pneumatiky různé šířky, světelnou rampu, svěrný oplen na zadní štít, kácecí hlavice pro kácení stromů do průměru 25 - 40 cm, stavebnicový lanovkový systém na zadní štít, dálkové ovládání pro požadované funkce stroje, ap.

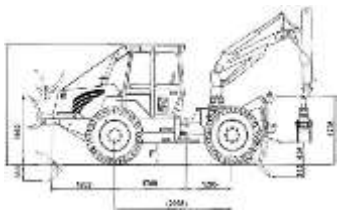
Další vybrané typy speciálních traktorů a tahačů

V zahraničí se vyrábí řada speciálních lesních kolových traktorů a tahačů, z nichž některé nacházejí uplatnění i v ČR. Jako příklad výkonných speciálních lesních kolových traktorů lze jmenovat německé stroje WF trac 1300, 1500 a 1700, které mají výkon motoru od 100 do 130 kW, hmotnost 8500 kg, zlamovací řízení a max. rychlost 50 km/h. Na tyto traktory lze připnout adaptéry pro různé účely včetně soustřeďování dříví. Vysoká pojezdová rychlost umožňuje i jejich využití pro dlouhotrať ovou dopravu. Příkladem menších speciálních traktorů zlamovací konstrukce, použitelných pro výchovné těžby, jsou stroje značky Holder, např. typ Cultitrac A 55F o výkonu motoru 31 kW, hmotnosti 3 000 kg a max. rychlosti 20 km/h. Dalším strojem této třídy je LMV Carraro 7700 Forst s výkonem motoru 47 kW. Velmi bohatou nabídku SLKT poskytuje německá firma HSM Hohenlohe-Waldenburg. Pro její výrobky je v posledních letech typické, že jsou vybavovány vedle standardních adaptérů pro soustřeďování dříví (rampovač, naviják, přibližovací štít) též výložníkem opatřeným drapákem s dosahem cca 6 m, jež je určen pro manipulování s dřívím v porostu a na odvozním místě. K těmto strojům náleží typy HSM 704 (85 kW), HSM 805 (100 kW) a HSM 904 (136 kW) v řadě variant. Podobnou koncepci svých výrobků zvolila i firma Welte, která nabízí typy W 115 (84 kW), W 170 (128 kW), W 180 (128 kW) a W 210 (157 kW). Typickými tahači pro soustřeďování tenkého i tlustého jehličnatého i listnatého dříví jsou výrobky firmy John Deere, např. typy 540G-III (výkon motoru 96 kW, hmotnost 10300 kg, naviják 140 kN), 548G-III (výkon motoru 96 kW, hmotnost

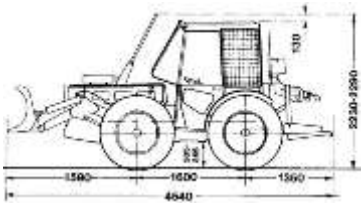
10600 kg, opatřen drapákem), typy vyšších výkonových tříd jsou John Deere 640G-III dodávaný s navijákem**,** 648G-III vybavený drapákem, 848G-III - největší typ dodávaný s drapákem.



Obr. 6.25. SLKT WF trac



Obr. 6.26. Lesní kolový tahač HSM 805



Obr. 6.27. Malý SLKT Holder A 650 F

V předchozí části byly charakterizovány různé energetické prostředky podle svých konstrukčních vlastností. Jejich adaptéry pro jednotlivé činnosti, technologické využití a vhodné pracovní postupy budou popsány v dalších příslušně tematicky zaměřených kapitolách, stejně jako traktory vyvážecí.

6.3. Základní veličiny mechaniky traktoru

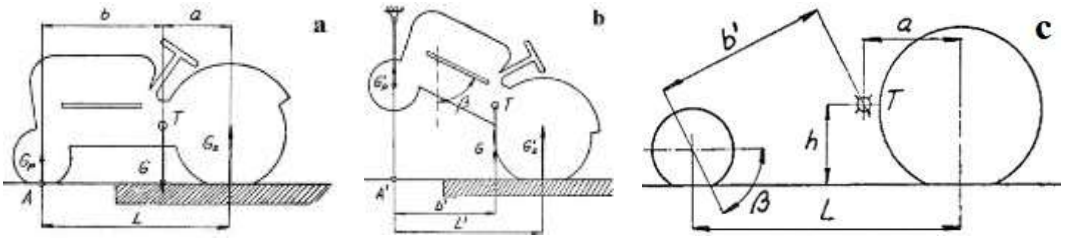
Mechanika traktoru se zabývá sledováním fyzikálních statických i dynamických veličin souvisejících s konstrukcí traktoru (analogicky lze tyto parametry sledovat i u jiných mobilních prostředků), vnitřními a vnějšími podmínkami jeho provozu, teoreticky je zdůvodňuje a řeší důsledky jeho stacionárních a dynamických projevů v daném prostředí. V rámci mechaniky traktoru lze sledovat rozměrové a hmotnostní veličiny traktoru, vznik a přenos energie z motoru na pojezdové ústrojí a účinnost tohoto přenosu, svahovou stabilitu, jízdní vlastnosti a odpory, tahové vlastnosti, působení pojezdu traktoru na podložku aj. Zabývat se budeme třemi oblastmi mechaniky traktoru, které přímo souvisí s jeho provozním nasazením

- rozměrovými charakteristikami a stabilitou traktoru na svahu
- tahovými schopnostmi traktoru
- základy terramechaniky.

6.3.1. Rozměrové charakteristiky a svahová stabilita traktoru

K hlavním rozměrům náleží: celková délka, šířka a výška traktoru, světlá výška, rozvor náprav, rozchod kol a **poloha těžiště**. Těžiště traktoru je pomyslný bod, ve kterém je soustředěna veškerá hmotnost traktoru. Těžištěm prochází dráha jeho tíhy, tzv. těžnice, která je svislá. Poloha těžiště má zásadní vliv na statické, i dynamické vlastnosti traktoru. Ovlivňuje jeho tahové schopnosti, velikost připojeného břemene, zatížení jednotlivých kol i stabilitu traktoru na svahu. Umístění těžiště traktoru je charakterizováno jeho vodorovnými a svislými souřadnicemi. Těžiště čtyřkolého traktoru je určeno těmito souřadnicemi:

- **vodorovné souřadnice podélné *a, b*** – určují vzdálenost těžiště od bodu dotyku předního kola s podložkou (souřadnice a) a vzdálenost těžiště od bodu dotyku zadního kola s podložkou (souřadnice b); součet obou souřadnic udává rozvor náprav L; $L = a + b$
- **vodorovné souřadnice příčné *d, c*** – určují polohu těžiště vzhledem k rozchodu kol – v praxi však považujeme traktor za souměrný a poloha těžiště je uvažována v rovině symetrie traktoru, polohu těchto souřadnic tedy nepočítáme
- **výška těžiště *h*** – výšku těžiště samotného traktoru (bez připojených adaptérů a břemen) nad povrchem terénu určují jeho vlastnosti dané z výroby. Poloha těžiště traktoru se však mění - posouvá, a to v souvislosti s připojením adaptérů a břemen. Proto je i pro provozní potřebu vhodné znát zásady zjišťování jeho aktuální polohy. Při zjišťování polohy těžiště, jakož i při dalších navazujících propočtech se využívají postupy z technické mechaniky.



Obr. 6.28. Určení polohy těžiště traktoru metodou vážení a měření

Pro **určení souřadnic těžiště samotného traktoru** se používá kombinovaná metoda vážení a měření traktoru. Traktor se nejprve ve vodorovné poloze zváží, čímž se zjistí jeho celková tíha *G*. Poté se stejným způsobem zjistí zatížení např. zadní nápravy.

a) určení vodorovné souřadnice těžiště *a, b*

G_p, G_z – tíhové reakce v dotykových bodech *A, B*

Postup výpočtu souřadnice *a* (dle momentové výminky k bodu *A*):

$\sum M_A = 0 = G \,.\, (L - a) - G_z \,.\, L = 0$

$G \,.\, L - G \,.\, a = G_z \,.\, L \Rightarrow$

$$a = L\frac{G - G_z}{G} \qquad [\text{m}]$$

totéž pro souřadnici *b:*

$$b = L\frac{G_z}{G} = L - a \qquad [\text{m}]$$

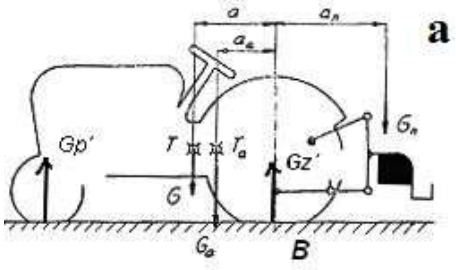
b) určení souřadnice výšky těžiště *h*

1. krok: přední náprava traktoru se pozvedne nebo podloží a zváží se složka okamžité adhezní tíhy na zadní nápravě G_z', změří se délka svislého průmětu rozvoru L'. Z momentové výminky k bodu A' se vypočte redukovaná souřadnice těžiště b' (Obr. 6.27.b):

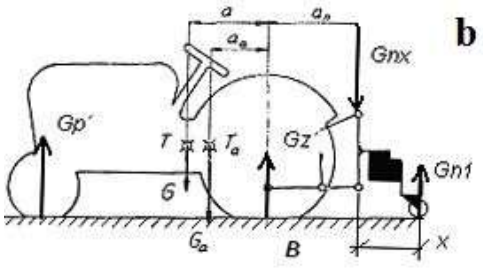
$$b' = L'\frac{G_z'}{G} \qquad [\text{m}]$$

2. krok: s využitím vypočtené souřadnice b'se do schématu traktoru v měřítku graficky vynese poloha těžiště a odměřením na schématu se zjistí velikost výšky těžiště *h* (Obr. 6.27.c).

Výpočet zatížení náprav traktoru s adaptérem



Obr. 6.29.a. Adaptér na traktoru nesen



Obr. 6.29.b. Adaptér na traktoru polonesen

Řeší se dvě základní situace:

- adaptér je nesen v transportní poloze (Obr. 6.29.a)

- adaptér je polonesen v pracovní poloze (Obr. 6.29.b)

a) adaptér je nesen v transportní poloze - na traktor se přenáší celá hmotnost adaptéru:

Určujeme souřadnici a_a, tj. vzdálenost posunutého těžiště od bodu dotyku zadního kola s podložkou.

Z podmínky rovnováhy sil a momentů k bodu *B* platí:

$$\sum Fy = G_a + G_n - G_p' - G_z' = 0 \Rightarrow$$

$$\sum M_B = G_a . a_a + G_n . a_n - G_p' . L - G_z' . 0 = 0 \qquad \Rightarrow \qquad a_a = \frac{G_p'.L - G_n.a_n}{G_a} \text{ [m]}$$

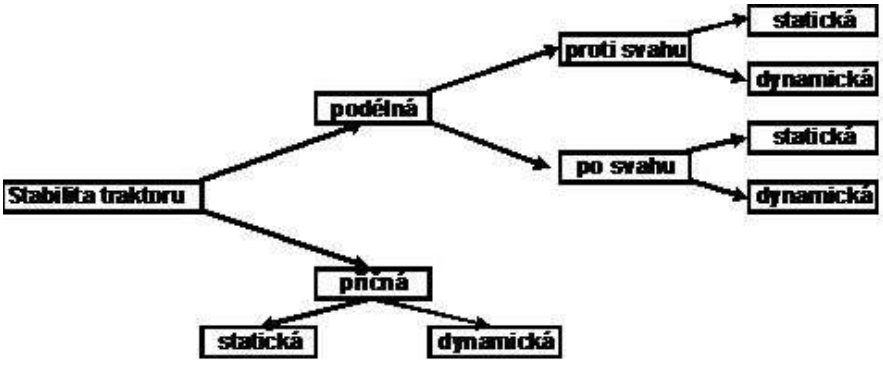
b) adaptér je polonesen v pracovní poloze - na závěs traktoru se přenáší jen část hmotnosti adaptéru

Je nutno předem vypočítat podíl tíhy adaptéru G_{nx}, přenášený na traktor. Známe-li celkovou tíhu adaptéru G_n a zjistíme-li vážením jeho silovou reakci na pojezdovém kolečku G_{n1}, pak veličina $G_{nx} = G_n - G_{n1.}$ Postup dalšího výpočtu je obdobný předešlému, tj. pomocí výminky momentové k bodu *B* vypočítáme souřadnici a_a posunutého těžiště.

Druhy zatížení náprav traktoru

- **skutečné** za daných podmínek (je dáno aktuálním působením všech faktorů: tíha traktoru, tíha adaptéru, způsob připojení adaptéru, vlečené břemeno, směr jízdy vzhledem ke sklonu svahu atd.)
- **maximální**, vyplývající z konstrukčních limitů traktoru a vztažené k daným podmínkám, např. k rychlosti
- **minimální**, souvisejí především s dodržením podmínky řiditelnosti, na řiditelnou nápravu musí podle zákonných předpisů působit min. 20% celkové tíhy traktoru.
- **nominální** (samotný traktor).

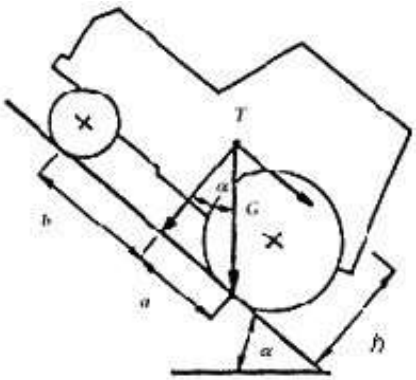
Svahová stabilita traktoru (obecně se týká všech mobilních prostředků) vyjadřuje jeho schopnost pohybovat se a stát na svahu bez nebezpečí převrácení, a je vyjadřována jako přípustný sklon svahu vzhledem ke směru pohybu traktoru. Je důležitou veličinou, se kterou souvisí bezpečný provoz traktoru, veličinou, jejíž okamžitá hodnota závisí na řadě faktorů: poloze těžiště traktoru; rozvoru a rozchodu náprav; druhu, stavu a huštění pneumatik; konstrukci podvozku; směru pohybu (kolmo na svah a proti němu, po vrstevnici, šikmo svahem); zatáčení (působení odstředivých sil); rychlosti pojezdu; technickém stavu (brzdy aj.); vykonávané činnosti; druhu nákladu; sklonu svahu; půdním pokryvu, stavu půdy; mikroreliéfu terénu; počasí atd. Proto je její exaktní zjištění poměrně náročné, jak dokládají postupy stanovené v *ČSN 47 0110 Stanovení svahové dostupnosti*. Proto je vhodné pochopit alespoň principy základních zásad stanovení parametrů stability a uplatňovat je v konkrétních podmínkách.



Obr. 6.30. Rozlišení forem stability traktoru

Svahová stabilita je odvozena od **kritického sklonu svahu**, což je sklon, při kterém se prostředek při určitém směru jízdy po svahu dostává ze stavu stability do mezního stavu labilní rovnováhy. Tato situace nastává, jestliže těžnice traktoru protne klopnou přímku, tj. přímku, kolem níž se traktor při dosažení a překročení kritického sklonu a ztrátě stability převrací. Poloha této přímky odvisí od směru

pojezdu stroje a od konstrukce jeho podvozku. **Kritický úhel** se zjišťuje pomocí goniometrické funkce tangens (resp. arcustangens), která je dána poměrem příslušné vodorovné souřadnice těžiště a jeho výšky. Kritický úhel sklonu svahu přímo souvisí se statickou stabilitou, při jeho stanovení tedy předpokládáme, že se traktor nachází v klidu. Taková situace je v reálných podmínkách v zásadě neuskutečnitelná, je však základem všech dalších propočtů, vedoucích až ke stanovení parametrů dynamické stability pohybujícího se traktoru.



Obr. 6.31. Dosažení kritického úhlu při jízdě po spádnici proti svahu

Při jízdě traktoru kolmo na vrstevnice (po spádnici) **proti svahu** prochází klopná přímka body dotyku zadních kol s podložkou, **po svahu** prochází klopná přímka body dotyku předních kol s podložkou.

Při **stanovení kritického úhlu podélné stability** je nutno rozlišovat směr postavení traktoru vůči svahu:

a) traktor směřuje podélnou osou proti svahu (Obr. 6.31.)

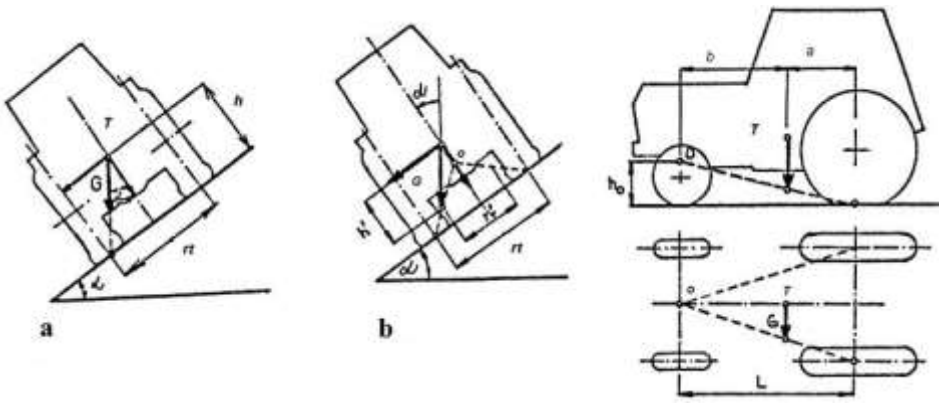
$$tg\alpha_k = \frac{a}{h_T}$$

b) traktor směřuje podélnou osou po svahu

$$tg\alpha_k' = \frac{b}{h_T}$$

Při jízdě **po vrstevnici** spočívá **vliv konstrukce podvozku na polohu klopné přímky** v tom, že:

- je-li **traktor opatřen pevnou přední nápravou**, pak klopná přímka prochází průsečíky střední roviny kol na níže položené nápravě s podložkou (obr. 6.32.a)
- je-li **traktor opatřen výkyvnou přední nápravou** (naprostá většina traktorů), pak klopná přímka prochází bodem dotyku níže položeného zadního kola s podložkou a čepem uložení výkyvné nápravy (Obr. 6.32.b).



Obr. 6.32. Dosažení kritického úhlu příčného sklonu traktoru s pevnou přední nápravou (a), a s výkyvnou přední nápravou (b)

Je zřejmé, že velikost kritického úhlu závisí na výšce těžiště a jeho vzdálenosti od konkrétní nápravy. Univerzální traktory mají těžiště blíže k zadní nápravě (souřadnice *a* je menší než *b*) a poměrně nízko nad terénem (700 až 900 mm). Proto i kritický úhel podélné statické stability α_k' je větší než α_k.

Při pojezdu kol traktoru po podložce vzniká valivý odpor, který souvisí s deformací pneumatik (promáčknutím), případně i s vytlačením jízdní stopy v půdě. Dotykový bod kol, jímž prochází klopná přímka, se proto posouvá. Vztahy pro výpočet tangenty kritického úhlu se zohledněním tohoto posunu dotykového bodu jsou tyto:

$$tg\alpha_k = \frac{a - r_z . f_v}{h_T} \text{ ... proti svahu;} \qquad tg\alpha_k' = \frac{b + r_p . f_v}{h_T} \text{ ... po svahu}$$

kde: *a, b* ...vodorovné souřadnic těžiště (m), h_T... výška těžiště (m), r_z ...poloměr zadního kola (m), r_p... poloměr předního kola (m), f_v...součinitel valivého tření, *fv* = 0,02 (beton), 0,1 (drn), 0,2 (pole)

Podle zákonných předpisů jsou dány podmínky stability i tím, že musí být zachována podmínka řiditelnosti, což v podmínkách LH znamená, že odlehčená náprava traktoru musí být zatížena min. 20 % jeho tíhy. Zapracování této podmínky do výpočtu kritického úhlu podélné stability je provedeno v následujícím vztahu, a to tak, že se od vodorovné souřadnice těžiště, uvedené v čitateli, odečítá adekvátní část rozvoru náprav:

$$tg\alpha_k = \frac{a - r_z . f_v - 0{,}2.L}{h_T} \text{ ...proti svahu; } tg\alpha_k = \frac{b + r_p . f_v - 0{,}2.L}{h_T} \text{ ... po svahu}$$

kde: *L*...rozvor náprav traktoru

Stanovení kritického úhlu příčné statické stability

Jak bylo uvedeno, při stanovení kritického úhlu příčné stability je nutno rozlišovat, zda je traktor vybaven pevnou přední nápravou (pak nastává kritický sklon, jestliže těžnice protne klopnou přímku procházející průsečíky střední roviny kol na níže položené nápravě s podložkou) nebo zda je traktor opatřen výkyvnou přední nápravou (pak nastává kritický sklon, protne-li těžnice klopnou přímku procházející bodem dotyku níže položeného zadního kola s podložkou a čepem uložení výkyvné nápravy).

a) kritický úhel příčné stability traktoru s pevnou přední nápravou

$$tg\alpha_k = \frac{r_T}{2h_T} = 0{,}5\frac{r_T}{h_T}$$

b) kritický úhel příčné stability traktoru s výkyvnou přední nápravou

Tangentu úhlu α_k je nutno vypočítat z redukovaných souřadnic těžiště r_T' a h_T', které jsou odvozeny z průniků těžnice s klopnou přímkou:

$$tg\alpha_k = \frac{r_T'}{2h_T'} = 0{,}5\frac{r_T'}{h_T'}$$

kde: $r_T' = r_T . [(h_o^2 + L^2)^{1/2} - ((h_o . b . L^{-1})^2 + b^2)^{1/2}] . (h_o^2 + L^2)^{-1/2}$

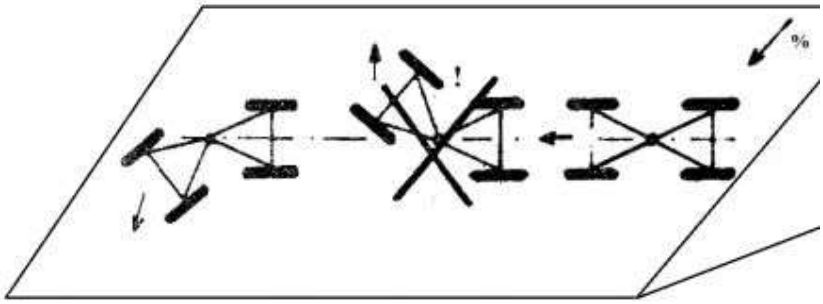
$h_T' = h_T - h_o + h_o . a . L^{-1}$; h_o...výška čepu výkyvné nápravy nad terénem

Určení dovoleného sklonu pro statickou stabilitu

Kritický úhel je úhel sklonu svahu hraniční, při jehož překročení nastává převrácení traktoru. Proto musí být dovolený úhel sklonu svahu statické stability nižší - pro praktickou orientační potřebu postačí, pokud se tangenty kritických úhlů podélné i příčné stability násobí koeficientem bezpečnosti k_S = 0,5.

Určení dovoleného sklonu pro dynamickou stabilitu

Mezní úhel svahu bývá 38-40 °. Na takovém svahu by byl pohyb traktoru nebezpečný (mj. i proto, že může dojít nejen k jeho překlápění, ale i ke klouzání), proto se pro dosažení přiměřeně nižší hodnoty dovoleného úhlu sklonu svahu dynamické stability, než kolik činí dovolený úhel stability statické, zavádí do výpočtu další koeficient bezpečnosti k_D, kterým se násobí úhel stability statické. Tento koeficient k_D je v rozpětí 0,4 až 0,7 (v náročnějších podmínkách volíme hodnoty při spodní hranici). Postup zjišťování dovoleného sklonu dynamické stability, popsaný v předchozích statích, je postupem zjednodušeným, který zpravidla pro praktickou potřebu postačuje. Stanovit exaktně dovolený sklon dynamické stability je obtížné (problém zapracování všech vstupujících faktorů), a úplný postup stanovení svahové dostupnosti traktorů tak, jak je popsán v *ČSN 47 0110,* je pro běžného uživatele složitý. Při stanovování hodnot dynamické stability je nutno si uvědomit, že přes veškeré předchozí propočty nelze riziko převrácení traktoru zcela vyloučit (může k němu dojít i na zcela rovinatém terénu, jestliže traktor s adaptérem, zvyšujícím jeho těžiště, vjede vyšší rychlostí do prudké zatáčky a ještě navíc narazí kolem na nerovnost, odstředivá síla způsobí odlehčení kol na vnitřní straně kruhové dráhy a nastává kritická situace). Proto je vždy třeba upozornit řidiče a strojníky na možná rizika na příslušném pracovišti.



Obr. 6.33. Nebezpečné zatáčení traktoru se zlamovacím řízením na svahu

Problém příčné stability traktorů se zlamovacím řízením

Při zatáčení traktorů a tahačů se zlamovacím řízením dochází k vysunutí těžiště ke vnějšímu okraji kruhové dráhy, a traktor se stává labilnějším, než když jede přímo. Zlomení podvozku také způsobuje, že se změní vzdálenosti mezi dotykovými body pneumatik, což rovněž působí snížení stability. To se zvláště negativně projeví při jízdě na prudším svahu, kdy traktor jedoucí po spádnici provádí obrat do směru vrstevnice nebo se otáčí do protisměru, případně traktor jedoucí po vrstevnici zatáčí proti svahu. V kombinaci s přejížděním přes překážky (pařezy) či nerovnosti terénu nastávají kritické situace snížení stability. Ke ztrátě stability může při zlomeném podvozku u těchto strojů dojít i při tažení dříví lanem navijáku – proto má být traktor před započetím tažení lanem napřímen a osa lana by měla přibližně odpovídat podélné ose stroje.

6.3.2. Tahové schopnosti traktoru

Hnací síla traktorů se získává z točivého momentu motoru, resp. výkonu motoru, který se přenáší převodovým ústrojím na hnací kola. Část tohoto výkonu se spotřebuje na překonání jízdních odporů stroje (vnitřní odpory stroje, odpor valení kol, ztráty působené prokluzem kol, odpor způsobený sklonem svahu, odpor vzduchu) a zbytek se využije pro vyvinutí tahové síly pro tažení nákladů a pracovních adaptérů, pro pohon pracovních ústrojí adaptérů, případně ke zrychlování pohybu. Výchozím předpokladem pro vznik tahové síly traktoru a jeho aktivního pohybu je točivý **moment hnacích kol M_k**, získaný přenosem točivého momentu motoru M_m přes převodový systém traktoru:

$$M_k = M_m . i_c . \eta_c \qquad [\text{Nm}]$$

kde: M_k ...moment hnacích kol (Nm), M_m...moment motoru (Nm), i_c...celkový převodový poměr mezi motorem a hnacími koly, η_c...mechanická účinnost převodů (η_c<1)

Hnací síla na obvodu hnacích kol F_k

$$F_k = \frac{M_k}{r_u} = \frac{M_m . i_c . \eta_c}{r_u} \quad [N]$$

kde: r_u...účinný dynamický poloměr hnacího kola (m), tj. poloměr snížený o stlačení pneumatiky zátěží

Hnací sílu na obvodu hnacích kol je také možno vyjádřit z efektivního výkonu motoru:

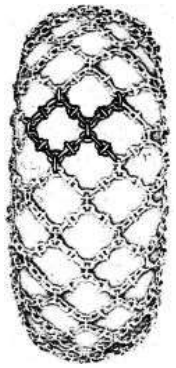
$$F_k = \frac{P_e . \eta_c}{v} \quad [N]$$

kde: P_e ... efektivní výkon motoru (W), v ... okamžitá pojezdová rychlost (m/s)

Velikost síly, kterou jsou schopna hnací kola přenést na podložku, a která může být využita pro aktivní pohyb traktoru, je závislá na dvou veličinách: na **adhezní tíze traktoru G_A** a na účinnosti tohoto přenosu - na lpění, což je vyjádření účinnosti přenosu síly součinitelem adheze μ. **Součinitel adheze μ** je vztažen k max. velikosti tečné síly na obvodu kola, kdy při dané adhezní tíze začíná na podložce kolo daných konstrukčních vlastností (s určitým druhem a opotřebením pneu) prokluzovat. Adhezní tíha traktoru je svislá složka tíhy, připadající na hnací kola.

Podložka	Stav	μ	
		Pneumatiky	Pásy
Asfalt	suchý vlhký	0,7÷0,9 0,5÷0,7	
Beton	suchý vlhký	0,8÷1,0 0,5÷0,8	
Silnice	ujetý sníh	0,2÷0,4	0,6÷0,8
Zemní cesta	suchá vlhká	0,8 0,7	0,8 1,0
Panenská půda	suchá	0,7	1,0÷1,2
Louka		0,6	0,7
Písek		0,3÷0,4	0,3
Pole	strniště	0,6	0,8-1,0
Přibližovací linka	rozbahněná	0,1	

Tab. 6.7. Některé hodnoty součinitele adheze μ



Obr. 6.34. Protiskluzné řetězy

Proto je **adhezní síla F_{TA}** odlišná u traktoru 4x4 (je cca o 1/3 větší), než u traktoru 4x2. Součinitel adheze μ je bezrozměrné číslo, které je v naprosté většině případů menší než 1,0. Pouze v případě použití pásů na tzv. panenské půdě (půda nezpracovaná, ulehlá a zpevněná kořínky rostlin) může dosáhnout až hodnoty 1,2 (tabulka 6.7.). Adhezní tíhu traktoru lze v praxi zvýšit náplní kol vodou s příměsí nemrznoucího činidla (např. solankou či roztokem $CaCl_2$ – samotná voda by v zimním období zamrzala) s použitím speciálních ventilků. Náplní kol se současně zvýší i stabilita stroje.

$$F_{TA} = G_A . \mu \quad [N]$$

Terénní a záběrové protiskluzné řetězy umožňují v nepříznivých terénních podmínkách (na sněhu a ledu, v kamenitých terénech atd.) zvýšit trakční schopnosti traktoru, snížit prokluz, chránit pneumatiky i půdu. Vyrábí se v řadě modifikací, jejich články bývají opatřeny výstupky a trny zlepšujícími záběrové vlastnosti. Jejich použitím se docílí jinak nedosažitelného zvýšení součinitele adheze μ v daných podmínkách.

Tahové schopnosti traktoru snižují: valivý odpor kol F_v, paralelní složka tíhy traktoru G_s, působící při jízdě proti svahu, při jízdě po svahu G_s naopak napomáhající ke vzniku tahové síly.

Síla valivého odporu kol F_v se u traktoru zjišťuje na základě teorie pohybu pružného kola (pneu) po poddajné podložce (půda):

$$F_v = G_T'.f_v = G_T'.C_1.\sqrt[3]{\frac{p}{q_0.D}} \Rightarrow f_v = C_1.\sqrt[3]{\frac{p}{q_0.D}} \qquad [\text{N}]$$

kde: G_T'...složka tíhy traktoru kolmá k povrchu svahu (N), f_v ...součinitel valivého odporu pružného kola na poddajné podložce, C_1... součinitel vlivu deformace podložky na velikost odporu valení (C_1=0,425), p ...tlak vzduchu nahuštěného v pneumatice (Pa), q_0...objemový součinitel stlačení půdy (N/m^3), D...vnější průměr kola (m)

Pro běžné stanovení valivého odporu postačí použít tabelárních hodnot součinitele valivého odporu – viz tab. č. 6.8.

Paralelní složka tíhy traktoru G_s, vzniklá rozkladem tíhy traktoru při jízdě po svahu a působící rovnoběžně s osou traktoru, se zjistí z velikosti tíhy traktoru a sklonu svahu

$$F_S = m_T . g . \sin \alpha \qquad [\text{N}]$$

kde: m_T...hmotnost traktoru (kg), g...tíhové zrychlení (9,8 m/s^2), α...sklon svahu

Podložka	Stav	f_v
Asfalt (beton)		0,02
Hlinitá polní cesta	suchá	0,04
Písčitá polní cesta	suchá	0,10 ÷0,20
Strniště	suché vlhké	0,05÷0,1 0,08÷0,12
Pole	mokré zmrzlé	0,25 0,5÷0,06
Louka		0,08
Drn		0,05÷010
Písek	suchý vlhký	0,20 0,16

Tab. 6.8. Charakteristické hodnoty součinitele odporu valení f_v pneumatik traktorů

Vzájemný vztah mezi silami vznikajícími při pojezdu traktoru udává rovnice tahové bilance. Levá strana této rovnice stanovuje potřebnou velikost síly na obvodu hnacích kol vzhledem k pokrytí silové potřeby vyjádřené pravou stranou rovnice, a to za předpokladu dostatečné účinnosti přenosu síly F_k na podložku

$$F_k = F_v \pm F_S \pm F_{vz} \pm F_a \pm F_T \qquad [\text{N}]$$

kde: F_{vz}...síla odporu vzduchu, vzhledem k nízkým pojezdovým rychlostem traktoru ji zanedbáváme, F_a...síla odporu traktoru při zrychlení, F_T...tahová síla traktoru, tzv. tahová síla na háku

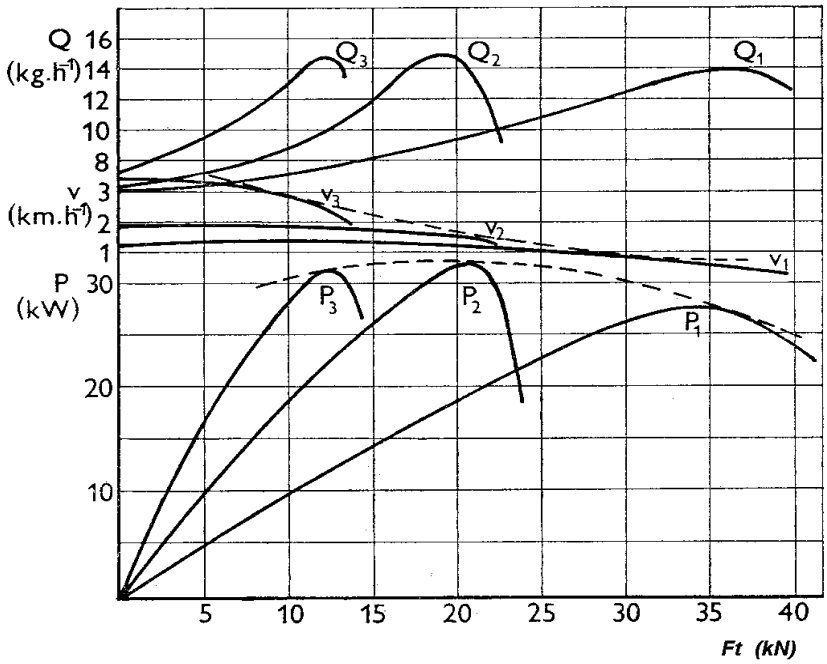
Znaménka ± před jednotlivými silami znamenají, že tyto síly mohou nabývat kladných i záporných hodnot, a to kladné při jízdě do svahu (F_S,F_T), při zrychlování (F_a) a při protivětru (F_{vz})a záporné při jízdě po svahu (F_S,F_T), kdy záporná znaménka těchto sil snižují velikost potřebné síly F_k, která dokonce sama může nabýt záporné síly a znamená pak sílu brzdění traktoru.

$$F_T < F_k$$

$$F_T < F_{TA}$$

S odporem vzduchu vzhledem k nízké pojezdové rychlosti traktoru nemusíme počítat. Při rovnoměrném pohybu traktoru je odpor zrychlení nulový a tahová síla traktoru je

$$F_T = F_k - (F_v + F_S) \qquad [\text{N}]$$



Q spotřeba paliva, v pojezdová rychlost, P tahový výkon, 1,2,3 rychlostní stupně

Obr. 6.35. Tahová charakteristika lesního kolového tahače LKT 82

Vzájemné vztahy mezi tahovými výkony, rychlostmi jízdy, spotřebou paliva při jednotlivých rychlostních stupních udávají u traktorů **tahové charakteristiky** – viz obr. 6.35. Obalová křivka tahových výkonů je křivkou potenciálního výkonu a udává pro každou tahovou sílu maximální tahový výkon traktoru při dané pracovní rychlosti. Obalová křivka rychlostí je křivkou potenciálních rychlostí a udává nejvyšší rychlosti, které může traktor dosáhnout při odpovídající tahové síle. Traktor s vyšší tahovou silou je schopen utáhnout větší náklad, překonat větší stoupání apod.

Pomocí výše uvedených rovnic lze pro určité podmínky stanovit disponibilní tahovou sílu poměrně přesně. Pro praktické provozní účely, kdy postačí jen velmi hrubé stanovení tahové dostatečnosti traktoru (tj. jeho schopnosti utáhnout za daných podmínek jisté břemeno nebo adaptér, traktorový přívěs, stroj na zpracování půdy, náklad dříví), lze **orientačně odvodit tahovou sílu** traktoru z

- maximální tahové síly traktoru, udávané výrobcem (se zohledněním vlivu svahu a adhezních podmínek)
- adhezní tíhy traktoru (se zohledněním vlivu svahu a adhezních podmínek).

6.3.3. Tahové odpory břemen a adaptérů traktoru

V provozním nasazení traktoru, jako tažného prostředku, připadá v úvahu několik základních variant spotřebičů tahové síly:

a) vlečení břemene, zejména dříví

b) tažení kolového přívěsu

c) tažení adaptéru pro zpracování půdy, např. pluhu.

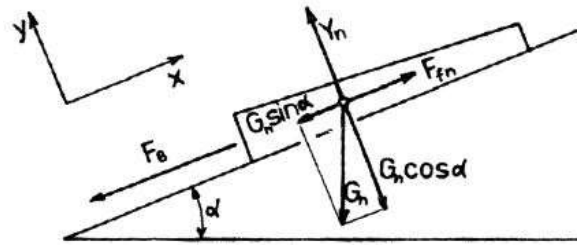
Ve všech případech musí být splněna **podmínka tahové dostatečnosti prostředku**, že tahová síla traktoru F_T musí být větší, než odporová síla adaptéru nebo břemene F_R.

$$F_T < F_R$$

Je proto nutné, tyto odporové síly v daných podmínkách stanovit:

a) odporová síla vlečeného dříví

Při prostém vlečení kmene se veškerá tíha kmene G_n přenáší na podložku (povrch terénu)



G_n-tíha vlečeného dříví

Obr. 6.36. Rozklad sil při prostém vlečení dříví

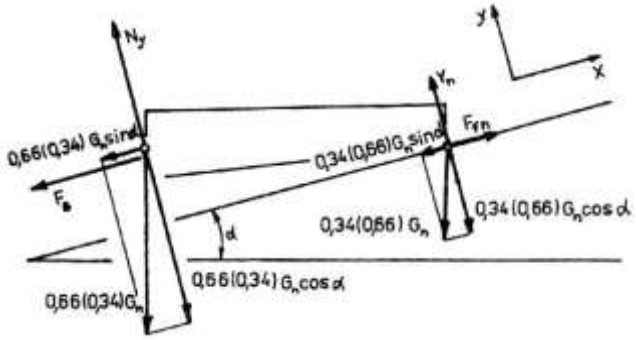
Odvození tahového odporu při prostém vlečení dříví:

$$F_{RB} = F_{fn} \pm X_n = f \,.\, Y_n \pm G_n \,.\, sin\,\alpha = f \,.\, G_n \,.\, cos\,\alpha \pm G_n \,.\, sin\,\alpha = G_n\,(f \,.\, cos\,\alpha \pm sin\,\alpha) \quad [N]$$

kde: F_{RB} …tahový odpor kmene při prostém vlečení
Y_n … kolmá složka tíhy kmene, $Y_n = G_n \,.\, cos\,\alpha$
X_n … rovnoběžná složka tíhy kmene, $X_n = \pm\, G_n \,.\, sin\alpha$
F_{fn} … síla vlečného odporu kmene, $F_{fn} = f \,.\, Y_n$
f … součinitel vlečného (smykového) tření kmene; hodnoty f závisí na okamžitých podmínkách suchá lesní půda 0,5; vlhká lesní půda 0,4; podvalová cesta suchá 0,4; podvalová cesta vlhká 0,3; sníh neprojetý 0,3; uježdený sníh 0,2; zledovatělý smyk 0,1; odkorněné dříví snižuje potřebu tažné síly o 10 - 15 %.

Vlečení kmene v polozávěsu za tlustý (tenký) konec

V tomto případě se pouze část tíhy kmene G_n přenáší na podložku. Při zavěšení kmene za tlustý konec se přenáší na podložku ca 1/3 jeho tíhy (0,34 G_n) a 2/3 tíhy (0,66 G_n) se přenáší přes lano na traktor. Při zavěšení kmene za tenký konec je tomu naopak.



Obr. 6.37. Rozklad sil při vlečení kmene v polozávěsu

Odvození tahového odporu při vlečení kmene za tlustý konec

$$F_{RB} = F_{fn} \pm X_n = f \,.\, Y_n \pm G_n \,.\, sin\,\alpha =$$

$$= f \,.\, 0{,}34 \,.\, G_n \,.\, cos\,\alpha \pm G_n \,.\, sin\,\alpha = G_n\,(f \,.\, 0{,}34 \,.\, cos\,\alpha \pm sin\,\alpha) \quad [N]$$

kde: Y_n … kolmá složka tíhy kmene, $Y_n = 0{,}34\ G_n \,.\, cos\,\alpha$
X_n … rovnoběžná složka tíhy kmene, $X_n = \pm\, G_n \,.\, sin\,\alpha$
F_{fn} … síla vlečného odporu kmene, $F_{fn} = f \,.\, Y_n$
F_{RB} … tahový odpor vlečeného kmene v polozávěsu za tlustý konec

Odvození tahového odporu kmene při jeho vlečení za tenký konec je analogické výše uvedenému postupu.

b) odporová síla taženého přívěsu

Odporová síla taženého přívěsu F_{RP} sestává ze dvou složek, valivého odporu kol přívěsu F_{PV} a z paralelní složky tíhy přívěsu G_{PS} (vzniklé rozkladem tíhy přívěsu G_P na svahu se sklonem α):

$$F_{RP} = F_{PV} \pm G_{PS} \qquad [N]$$

kde: $F_{PV} = f_v \,.\, G_P \,.\, \cos \alpha$
$G_{PS} = G_P \,.\, \sin \alpha$

c) odporová síla adaptéru pro zpracování půdy

Adaptérů pro zpracování půdy je více druhů. Uvažovat budeme běžný případ, kdy půdu zpracováváme pluhem, případně jiným nářadím s pasivními pracovními nástroji, tj. s radlicí, rydlem, hřeby, válcem apod. Pro tyto nástroje je společným znakem to, že při práci pronikají půdou, která jim přitom klade odpor. U všech těchto nástrojů je **výsledná odporová síla F_{RA}**, kterou klade adaptér proti pohybu

- přímo úměrná šířce a hloubce záběru
- závislá na tvaru a stavu nástroje, druhu a stavu půdy.

Označení půdy	Druh půdy	Zrn pod 0,01 mm (%)	Měrný půdní odpor *k* pro pluhy apod. (kN.m^{-2})	Měrný půdní odpor *k* pro povrchově pracující stroje (kN.m^{-1})
Velmi těžká	jíl	nad 75	90 - 150	0,4 - 7
	jílovitá	60 - 75		
Těžká	jílovito-hlinitá	40 - 60	60 - 90	
Střední	hlinitá	30 - 45	40 - 60	
	písčito-hlinitá	20 - 30		
Lehká až velmi lehká	hlinoto-písčitá	10 - 20	20 - 40	
	písčitá	0 - 10		

Tab. 6.9. Druhy půd a jejich měrné odpory *k*

Z výsledků výzkumu vlastností strojů pro zpracování půdy vyplývá, že pro výpočty odporové síly F_{RA} je možno tabelizovat odporové charakteristiky půdy (tab. 6.8.) a využít je pro následné propočty. Těmito charakteristikami jsou měrné půdní silové odpory *k*. Pro usnadnění výpočtů jsou měrné půdní silové odpory zpracovány do dvou skupin: pro půdní stroje pracující do hloubky (pluh, rydlo, sázecí radlice) se používá pro jednotku *k* (kN.m^{-2}), pro půdní stroje pracující povrchově (brány, pěchy, válce) se používá (kN.m^{-1}).

Stanovení celkového odporu pluhu

Celkový odpor pluhu F_{RA} sestává ze tří složek:

- síla tření pluhu o dno brázdy F_1, $F_1 = G_p \,.\, f_p$
- odpor půdy proti pronikání radlic F_2, $F_2 = r \,.\, a \,.\, b \,.\, n$
- odpor půdy odklápěné na stranu F_3, $F_3 = e \,.\, a \,.\, b \,.\, n \,.\, v^2$

$$F_{RA} = \frac{G_p \,.\, f_p + k.a.b.n + e.a.b.n.v^2}{1000} \qquad [kN]$$

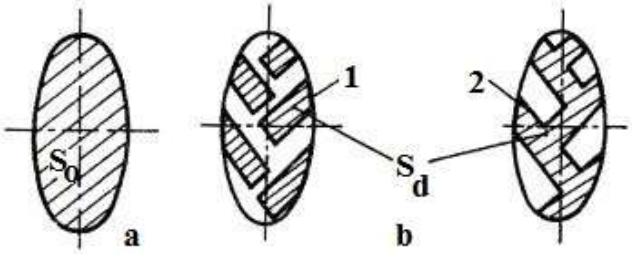
kde: F_{RA}...celkový odpor pluhu; G_P...tíha pluhu (N); f_P...součinitel tření pluhu o půdu; *k*...měrný orební odpor (N.m^{-2}); *a*...hloubka orby (m); *b*...šířka záběru jednoho orebního tělesa (m); *n*...počet orebních těles v záběru (ks); *e*...součinitel odporu orebního tělesa závislý na tvaru odhrnovačky pluhu a pojezdové pracovní rychlosti, e ≅ 5000 N . s^2 . m^{-4}; *v*...pojezdová rychlost při orbě (m.s^{-1}).

6.3.4. Základy terramechaniky

Terramechanika je vědní obor zkoumající jevy působené stykem podvozků mobilních strojů se zeminou a jejich příčiny. Znalost terramechaniky je důležitá jak při navrhování mobilních strojů, tak i při jejich provozování, neboť poskytuje informace, na jejichž základě lze z hlediska konstrukce strojů

optimalizovat návrh, a z hlediska uživatele strojů minimalizovat negativní důsledky provozu strojů na půdu, případně zlepšovat životnostní a ekonomické parametry provozovaných strojů. Jevy vznikající při pojezdu mechanizmu po podložce jsou zejména

- tlaky na podložku a jejich šíření
- odpory při jízdě
- stlačování půdy.
- vznik stopy
- záběrové vlastnosti jedoucího mechanizmu.



Obr. 6.38. Dosedací plocha pneumatiky

Pojezdové ústrojí (kolo, pás) se dotýká podložky (půdy) v **dosedací ploše S_D**. Dosedací plocha u pásového podvozku má tvar obdélníku a lze ji snadno určit z rozměrů pásů. U pneumatik je dosedací plocha na podložku obecným pojmem, který je dále specifikován dvěma pojmy

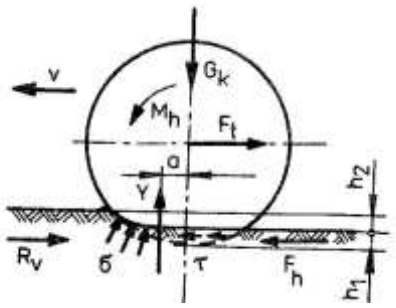
a) **plocha otisku S_O** – celková kontaktní plocha mezi pneumatikou a podložkou ohraničená obrysovou čárou. Obrys plochy otisku má na tuhé podložce přibližný tvar elipsy (Obr. 6.38.a).
b) **plocha styku S_d** – část plochy otisku vymezená výstupky (lištami) běhounu pneumatiky, které jsou v přímém kontaktu s podložkou (Obr. 6.38.b).

Poměr plochy styku S_d k ploše otisku S_O nazýváme plností běhounu k_m.

$$k_m = \frac{S_d}{S_o}$$

Plnost běhounu u terénních pneumatik na pevné podložce se pohybuje v rozsahu 0,3 až 0,6. Podle vzájemného propojení lišt běhounu hovoříme o dezénu otevřeném (obr. 6.38.b1) a uzavřeném (obr. 6.38.b2). Pneumatika působí svou zátěží na podložku tlak, který je přenášen kolmo a působí v dosedací ploše pneumatiky. Tento tlak se označuje jako měrný, neboli specifický. **Měrný tlak p** je proměnnou veličinou a mění se od nuly na okrajích dosedací plochy až do své maximální hodnoty. V praxi většinou registrujeme průměrnou velikost měrného tlaku (střední měrný tlak). **Střední měrný tlak p_s** je definován jako poměr normálové silové reakce na kole Y a dosedací plochy pneumatiky S_D:

$$p_s = \frac{Y}{S_D} \qquad [\text{kPa}]$$



Obr. 6.39. Vznik normálové reakce Y hnacího kola

M_h-točivý moment, G_k-zatížení kola, a-posun normály Y, R_v-odpor valení, v-rychlost pojezdu, F_h-hnací síla, F_t-využitelná tahová síla, σ-napětí zeminy, τ-smykové napětí

Velikost středního měrného tlaku je ovlivněna všemi činiteli, které mají vliv na velikost normálové reakce Y a dosedací plochy S_D. Na hnací kolo působí vnější síly: G_h působící v ose kola, posouvací síla F_{ph} od rámu stroje, normálová reakce podložky na kolo Y_h a hnací síla F_h. Odvalování kola je vyvoláno hnacím momentem M (viz obr. 6.39.). Vnější účinky působení na kolo musí splnit tyto rovnovážné podmínky:

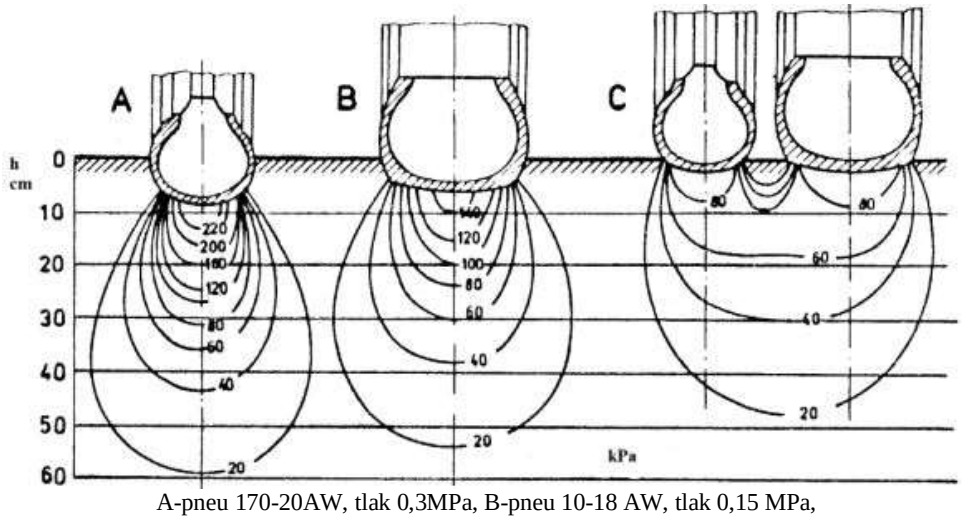
$$\sum F_x = 0;\ F_h - F_{ph} - F_{vh} = 0$$
$$\sum F_y = 0;\ G_h - Y_h = 0$$
$$\sum M_o = 0;\ M_h + r_h \cdot F_{vh} - c_h \cdot Y_h = 0$$

Normálovou reakci pohybujícího se hnacího kola na měkké podložce lze získat řešením této soustavy sil a momentů, vzájemně působících na kolo a podložku. Na tvrdé podložce, kdy se pneumatiky opírají o její povrch jen svými lištami, je měrný tlak pod těmito lištami 3krát až 4krát větší, než měrný tlak počítaný k ploše otisku. Ke snížení měrného tlaku tedy dojde až po zaboření lišt do takové hloubky, kdy se do styku s půdou dostanou plochy úžlabí mezi lištami, a využije se celá plochy otisku. Pneumatika, která je opatřena dezénem (a to jsou v LH všechny), se tak opře plochou otisku až po zanoření do hloubky minimálně rovné výšce lišt dezénu. Na měkké a vlhké půdě se zvýšení měrného tlaku pod lištami dezénu pneumatiky sice neprojeví (lépe řečeno nenaměří), lišty dezénu však takovou půdou snadnou pronikají. Dezén traktorových pneumatik přitom může mít výšku lišt velkou až 10 cm. To je velmi významné pro provozování kolových prostředků v lesních porostech, kde se v malé hloubce pod povrchem půdy (10–15 cm) vyskytují kořeny mělce kořenících dřevin (smrku), které jsou vystavovány značným silovým účinkům. Přitom údaje většiny výrobců o nízkých měrných tlacích, které zaručují jimi vyráběné pneumatiky, jsou vyjádřeny poměrem normálové reakce *Y* (za klidu stroje, tedy jen zatížením a nikoliv i hnací silou kola) a plochy otisku S_o.

Velikost dosedacích ploch při stejné zátěži pneumatik závisí na jejich konstrukci (tuhá diagonální, měkčí radiální), na profilu dezénu (otevřený dezén je plošší a dává větší šířku dosedací plochy), na tlaku huštění (snížení tlaku vzduchu zvyšuje podstatně dosedací plochu) a na mechanických vlastnostech podložky (na měkké půdě může být dosedací plocha za cenu většího zahloubení až dvakrát větší než na tvrdé podložce). Pneumatika zatížená stejně na tvrdé vozovce i na měkké půdě, se musí do měkké půdy (která je objektivně schopna přenést jen omezenou velikost měrného tlaku) více zabořit a vytvořit tak dostatečně velkou dosedací plochu aby:

$$S_{D\ silnice} \,.\, p_{s\ silnice} = S_{D\ půda} \,.\, p_{s\ půda} = Y = konst.$$

Měrný tlak je odlišný u kola stojícího, pohybujícího se po tvrdé podložce i pohybujícího se po měkké podložce. Dosedací plocha u stojícího kola má podobu elipsy a průběh tlaku je symetrický podél její delší osy. Pohybující se stroj působí svojí hmotností a dynamickými účinky.



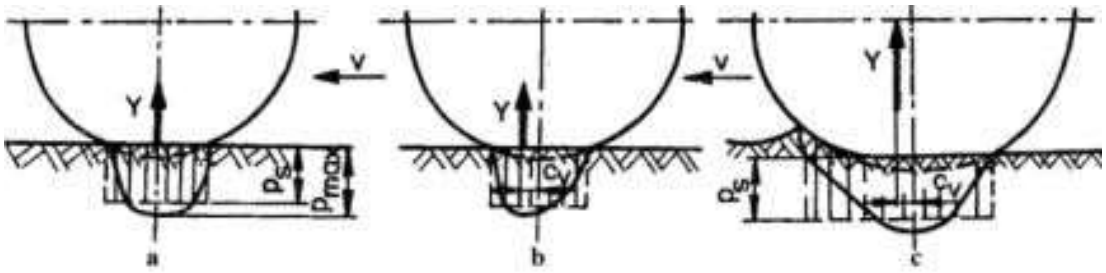
A-pneu 170-20AW, tlak 0,3MPa, B-pneu 10-18 AW, tlak 0,15 MPa,
C-dvojmontáž pneu 170-20 AW, tlak 0,075 MPa a 10-18 AW, tlak 0,075 MPa,
h-hloubka šíření tlaku v půdě

Obr. 6.40. Šíření tlaků způsobených pneumatikou v půdě

U kola na tvrdé podložce se přesouvá oblast nejvyšších měrných tlaků kupředu před osu kola o vzdálenost *a*. Ještě větší asymetrie rozložení měrných tlaků pod kolem nastává při pohybu na měkké podložce. Rozměr dosedací plochy *a* před osou kola je větší než rozměr *b* za osou kola. Normálová reakce je proto předsunuta před střed kola, přestože max. měrný tlak se nachází přibližně v ose kola. Tlaky v půdě, způsobené pojezdem kolového prostředku s pneumatikami se šíří do značné hloubky i

vzdálenosti od osy souměrnosti kola, zvětšuje-li se šířka kola (pneumatiky), tlak se šíří do menší hloubky, avšak do větší šířky. Průběhy půdních tlaků v prostoru jsou graficky znázorňovány čarami, spojujícími místa shodné úrovně tlaků, izobarami. Závislost tohoto šíření tlaků do půdy na typu pneumatiky, její šířce a tlaku huštění je znázorněna v obr. 6.40., kde je zatížení všech pneumatik shodné 7,1 kN. Z obrázku je zřejmý pozitivní vliv zvětšující se šířky pneumatik na snížení tlaků v jednotlivých úrovních pod povrchem půdy a po stranách od roviny souměrnosti pneumatik. Obrázek tak názorně demonstruje příčiny pozitivního vlivu používání nízkotlakých pneumatik.

Při pohybu stroje v méně únosném a neúnosném terénu dochází vlivem tlaků pneumatik v dosedací ploše k plastickým deformacím zeminy (stlačování), případně k jejímu vytlačování do stran, tedy k vytváření stopy (koleje). Na velikost půdního tlaku a na vytváření stopy má vliv dynamická vlastnost podložky (půdního povrchu), na kterém stroj pojíždí, a to elasticita a plasticita půdy. Hloubka stopy má bezprostřední vliv na jízdní vlastnosti, porušení povrchu a kořenového systému. Platí, že při vyšší rychlosti vytváří kolo mělčí stopu, neboť zemina potřebuje pro svou deformaci určitý čas. Převážnou část zatížení kola přenáší stlačený vzduch v pneumatice, jen menší část je přenášena přímo materiálem kostry pneu. Jestliže by byl materiál pláště pneumatiky ideálně pružný, pak by tlak na podložku p_s byl shodný s tlakem huštění p_p. V běžných podmínkách je měrný tlak násobkem tlaku huštění v rozmezí 1,5 – 2násobku p_p. U pneumatiky určitého typu má na velikost dosedací plochy S_D zásadní vliv především zatížení pneumatiky. Objem pneumatiky se při zatěžování mění jen velmi málo, proto do určitého zatížení se měrný tlak takřka nemění, mírně narůstá až při zatížení kola při přetížení pneumatiky. Porušení půdy stlačením velkých pórů působí nepříznivě na celkovou strukturu půdy, na výměnu iontů, plynů a na pohyb vody v horizontálním i vertikálním směru. Deformací půdy je ovlivňováno zejména provzdušnění a tím i růst a rozmístění kořenů. To je významné ve smrkových porostech, kdy se kořenový systém nachází v horizontu od cca 10 cm a může tak být snadno mechanicky poškozován. Na svazích navíc dochází k nekontrolovatelné erozi půdy, neboť nesanovaná vyjetá kolej je zárodkem erozní rýhy. Za škodlivější je považována úzká, hluboká kolej v jílovité půdě, než kolej široká a mělká na půdním podkladu s větším obsahem skeletu.



Obr. 6.41. Rozdíly v průbězích měrných tlaků pod stojícím kolem na tvrdé podložce (a), pohybujícím se kolem na tuhé podložce (b), a hnacím kolem na měkké podložce (c)

Zdroj měrného tlaku	Měrný tlak
lidská noha	50
kopyto koně	140
standardní pneu traktoru	100 – 400
nízkotlaké pneu traktoru	70 – 300
pásový traktor	30 – 100

Druh půdy	Únosnost půdy
bažina	20
suchý písek	200
vlhký písek	400
štěrkovitá půda	500
vlhký jíl	100
suchý jíl	400
skalnatý podklad	2500
uježděný sníh	900

Tab. 6.10. Orientační hodnoty měrného tlaku na půdu a únosnosti půd (kPa)

Ideální hodnota měrného tlaku na půdu v dosedací ploše je 50–80 kPa, což je hodnota dosud i u nízkotlakých pneumatik obtížně dosažitelná. Tlak huštění nízkotlakých pneumatik se totiž doporučuje ve výši min. 100 kPa v zájmu zabránění jejich poškození. Měrný tlak nízkotlakých (širokých) pneumatik na lesnických strojích tak činí zpravidla 100–280 kPa, proto i při použití nízkotlakých pneumatik každý přejezd stroje po půdě způsobuje změnu struktury půdy. Je ověřeno, že největší stlačení půdy nastává při cca třetím přejezdu stroje ve stejné stopě. Navíc: při každém přejezdu dochází k rozmělnění povrchové vrstvy půdy působením lamel pneumatiky, což dále přispívá ke

změnám ve struktuře půdy. Z toho vyplývá mj. i potřeba rozhodnout při organizaci soustřeďování dříví, zda volit více přejezdů vozidla s menším nákladem, nebo méně přejezdů vozidla s větším nákladem.

Na základě dosavadních poznatků lze vyslovit tyto **závěry pro provozní praxi**

- měrný tlak pod pneumatikou menších rozměrů vykazuje menší stranový rozptyl a dosahuje do menších hloubek (předpokládá se přitom, že malá pneumatika je oproti velké zatížena úměrně méně)
- mají-li dvě porovnávané pneumatiky stejný průměr, ale rozdílnou šířku, pak pod užší pneumatikou nastává menší stranový rozptyl tlaků, avšak půda je zasažena do větší hloubky
- tatáž pneumatika se chová v různých půdách různě; čím je půda poddajnější a vlhčí, tím je stranový rozptyl měrného tlaku menší a hloubka působení tlaků se zvětšuje, což má mimo jiné vliv na kořenový systém porostu
- pro použití v terénu jsou optimální nízkotlaké, velkorozměrové pneumatiky o šířce alespoň 600 mm, snížení negativních vlivů na půdu při jejich použití však nelze přeceňovat
- při používání nízkotlakých pneumatik je nutno dbát na předepsané hodnoty huštění pneumatik (do 100 kPa), jinak se jejich pozitivní vliv snižuje (bylo dokonce zjištěno, že přehuštěná nízkotlaká pneumatika může na svrchní vrstvu půdy působit větším měrným tlakem, než pneumatika standardní, a to proto, že dojde k vyklenutí jejího běhounu a tím ke snížení dosedací plochy)
- účinný je pokryv zejména méně únosných úseků linek vrstvou klestu min. 40 cm vysokou
- hranicí pro přijatelnou hloubku kolejí vytvořených pojezdem kolových strojů je 15 cm, snahou by však vždy měla být minimalizace tohoto důsledku pojezdu strojů po půdě
- i při použití nízkotlakých pneumatik by měla být omezena práce kolových podvozků na zamokřelých půdách a všeobecně by měla být omezena četnost přejezdů po jedné dráze v zájmu minimalizace tvorby kolejí.

6.4. Základní principy hydraulických mechanismů

Pro mechanizační prostředky používané takřka ve všech oblastech lesní výroby je charakteristické, že pro pohon pracovních ústrojí vlastního stroje nebo k němu připojeného adaptéru je využíváno přenosu energie od spalovacího motoru nejen mechanickými systémy, ale též velmi často i přenosu energie systémy hydraulickými. Principů hydraulických systémů je u mobilních strojů využíváno jak k pohonům jejich pojezdu, směrovému řízení, brzdění, stabilizaci šasi i kabin, tak i k pohonu pracovních ústrojí. Typické použití hydraulických systémů nalezneme např. v pohonech tříbodových závěsů traktorů, hydraulických jeřábech a drapácích odvozních souprav a vyvážecích traktorů, atd. V dnešní době se nejvíce sofistikovaným použitím hydraulických systémů vyznačují harvestory a ostatní těžebně-dopravní stroje. Je třeba zdůraznit, že přenosy energie hydraulickými systémy jsou zpravidla realizovány v kombinaci s ostatními principy, nejčastěji s mechanickým přenosem (viz též kap. 6.2.1.).

Hydraulické systémy jsou součástí tzv. tekutinových mechanizmů, které jsou tvořeny hydraulickými a pneumatickými prvky, mohou být sestavovány i jako kombinované s jinými principy přenosu energie a informací. Nositeli energie v tekutinových mechanismech jsou:

- plyny (vzduch, inertní plyny) v pneumatických systémech
- kapaliny (minerální, rostlinné a syntetické oleje a jiné kapaliny) v hydraulických systémech.

Způsoby přenosu energie u mechanizačních prostředků a jejich některé užitné vlastnosti:

- mechanický přenos (nejstarší princip, vysoká účinnost, technicky komplikovaná řešení, obtížnější řešení přenosu energie na vzdálenější místa, citlivost k přetížení)
- elektrický přenos (výhodný jen v některých případech, při přenosech velkých výkonů vázaný na zdroj, značná hmotnost elektrických pohonů)
- pneumatický přenos (*výhody:* nízké náklady na provoz, bezpečnost provozu, dostatek media – vzduchu – a jeho ekologická nezávadnost, možnost přetěžování pneumatických strojů, stavebnicová koncepce; *nevýhody:* vyšší ekonomické nároky na přenos energie, malá účinnost přenosu, omezená hodnota stlačení vzduchu - max. 0,7 – 0,9 MPa, pro vyšší příkony nutná rozměrná a těžká zařízení, vázanost na zdroj, vliv fyzikálních dějů v mediu na spolehlivost provozu)

- hydraulický přenos (viz dále)
- kombinované přenosy:
  - mechanicko-hydraulický a hydraulicko-mechanický (nejčastější kombinace při přenosu energie v pracovních ústrojích, používána i v řídicích obvodech)
  - elektrohydraulický (použití ve výkonových i řídicích obvodech)
  - hydraulicko-hydraulický (použití v řídicích obvodech)
  - pneumaticko-hydraulický (použití ve výkonových i řídicích obvodech)
  - mechanicko-pneumatický (použití ve výkonových i řídicích obvodech)
  - elektropneumatický (použití ve výkonových i řídicích obvodech), apod.

6.4.1. Výhody a nevýhody hydraulických mechanizmů

Výhody:

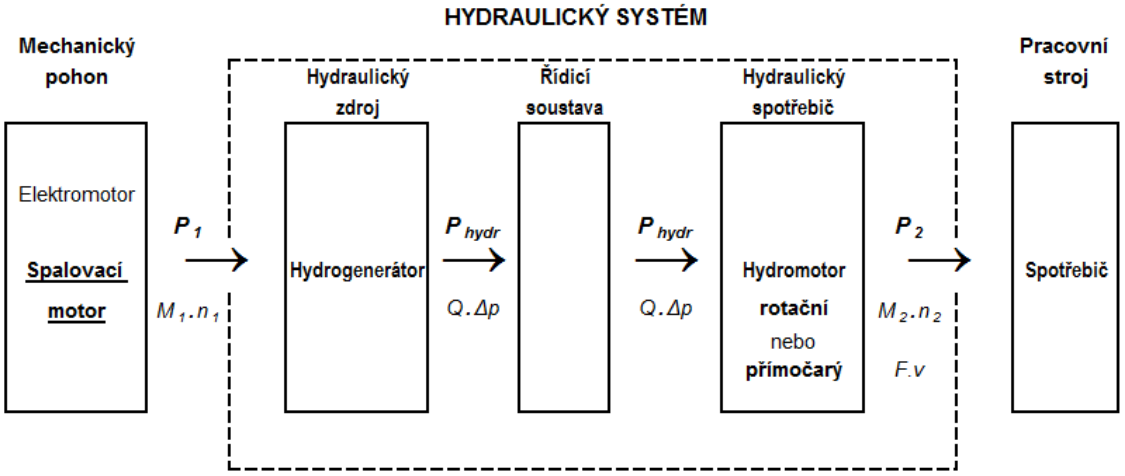
- nepříliš složitý přenos energie trubkami a hadicemi i na relativně vzdálená místa
- dosažení energetických přenosů a silových účinků jednoduchými mechanismy
- při použití vysokých pracovních tlaků (až 500 bar) možnost přenášet vysoké výkony při použití relativně malých komponent
- jednoduchá a spojitě nastavitelná regulace rychlostí a otáček
- nejjednodušší a plynule regulovatelná změna rotačního pohybu na přímočarý
- snadný rozvod energie
- plynulá regulace sil a momentů
- snadná změna směru pohybu
- schopnost snášet přetížení a jednoduchá ochrana proti přetížení
- klidný chod
- přítomnost tlakového media umožňuje dokonalé mazání a malé opotřebení prvků
- menší hmotnost a rozměry oproti elektropohonům (>15 krát) $\Rightarrow$ menší setrvačné síly a bezproblémová reverzace chodu
- použití typizovaných prvků pro stavbu hydraulických obvodů (stavebnicová koncepce).

Nevýhody:

- ztráty vlivem tření jsou přímo úměrné rychlosti proudění, způsobují např. snížení účinnosti, ohřev kapaliny, hlučnost
- změnou teploty media se mění jeho viskosita $\Rightarrow$ nutnost přestavení regulačních prvků pro zachování parametrů obvodu
- konstrukční náročnost převodníků energie – generátorů a motorů, nároky na přesnost výroby prvků a těsnost
- se zvětšující se délkou obvodu je systém pružný a směřuje ke kmitání
- vysoké nároky na pracovní kapalinu
- přítomnost vzduchu v kapalině $\Rightarrow$ nerovnoměrné a trhavé pracovní pohyby
- pracovní medium – hydraulický olej je zpravidla hořlavina
- při úniku media hrozí kontaminace životního prostředí.

6.4.2 Teoretické základy hydromechaniky hydraulických obvodů

Hydraulické systémy, resp. pohony, se rozlišují na hydrostatické, využívající tlakové energie kapaliny a hydrodynamické, které využívají pohybové (kinetické) energie proudící kapaliny. Obor „hydrostatika“ tedy řeší silové poměry v klidné kapalině a „hydrodynamika“ se zabývá silovými poměry v pohybující se kapalině. Teorie hydromechaniky hydraulických obvodů je poměrně rozsáhlá; v tomto textu jsou uvedeny jen vybrané části, nezbytné pro pochopení činnosti hydraulických obvodů.



Obr. 6.42. Principiální schéma přenosu energie hydraulickým systémem (tok výkonu)

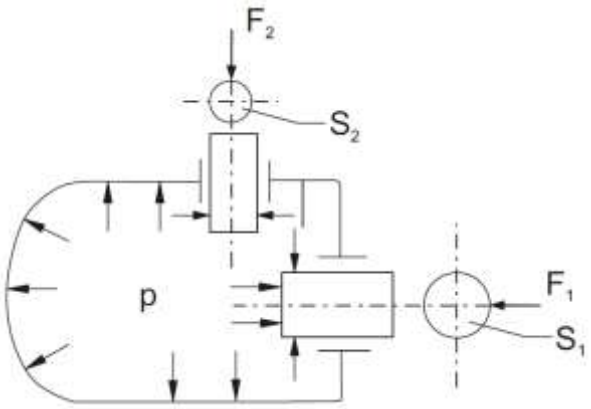
Přenos energie (výkonu) v mechanizačním prostředku je zřejmý z obr. 6.42. Mechanický pohon (u mobilních strojů zpravidla spalovací motor) je zdrojem točivého momentu M_1 na hřídeli s otáčkami n_1. Tímto vytvořený příkon P_1 vstupuje do hydrogenerátoru, v němž se mění na výkon hydrogenerátoru P_{hydr}, daného průtokem kapaliny Q a tlakem Δp. Řídicí soustavou postupuje P_{hydr} dále hydraulickému spotřebiči, kterým je točivý nebo přímočarý hydromotor. Hydromotor mění příkon P_{hydr} na výkon mechanický P_2. U rotačního hydromotoru je P_2 dán točivým momentem M_2 na hřídeli hydromotoru s otáčkami n_2. U přímočarého hydromotoru (hydraulického válce) je P_2 dán silou na pístnici F a rychlostí pohybu pístnice v. V jednotlivých uzlech přenosu dochází ke ztrátám, proto $P_2 < P_1$.

6.4.3. Hydrostatické systémy

Tato skupina hydraulických obvodů využívá tlakové energie kapaliny, která je jí dodávána v hydrogenerátoru (čerpadle), přenesena trubními a hadicovými rozvody na místo spotřeby (do hydromotoru) a v něm opět přeměněna v energii mechanickou. Základním fyzikálním zákonem, na němž je teorie hydrostatiky postavena, je **Pascalův zákon**: *tlak v kapalinách se šíří rovnoměrně všemi směry* (obr. 6.42.). Matematické vyjádření Pascalova zákona:

$$p = F/S \ \ [\mathrm{N.m^{-2}}] = [\mathrm{Pa}]$$

kde: p – tlak v kapalině; F – síla působící na píst [N], S – plocha pístu [$\mathrm{m^2}$]



Obr. 6.43. Princip Pascalova zákona
(matematicky vyjádřeno: $p = F_1/S_1 = F_2/S_2 = konst.$ [Pa])

Tlaková energie kapaliny je přiváděna přes ovládací prvky pod písty přímočarých hydromotorů (hydraulických válců) nebo rotačních hydromotorů, kde vzniká síla a přímočarý nebo rotační pohyb. Matematické vyjádření výkonů na jednotlivých uzlech hydrostatického systému:

$$P_1 = M_1 \,.\, n_1 \;\; [W]$$

$$P_{hydr} = Q \,.\, \Delta p \; [W]$$

$$P_2 = M_2 \,.\, n_2 \, [W] \;\; ...rotační\ hydromotor$$

nebo

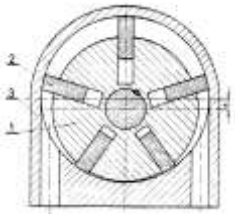
$$P_2 = F \,.\, v \; [W] \;\; ...\ přímočarý\ hydromotor$$

kde: P – *výkony* [W], M – momenty silové [Nm], Q – *průtok kapaliny* [m3.s-1], n – *otáčky hřídelů motorů* [s^{-1}], F – *síla vyvozená na pístnici pístem* [N], v – *rychlost vysouvání pístu* [$m.s^{-1}$]

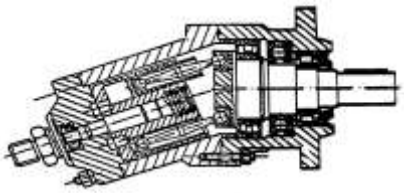
Hydrostatické prvky a obvody

Hydrogenerátory (čerpadla) – přeměňují mechanickou energii dodávanou motorem (spalovacím, elektromotorem), zcela výjimečně i lidskou silou, na tlakovou energii kapaliny. Podle konstrukce se rozlišují na zubové, pístové, lamelové. Jejich základními parametry jsou vstupní otáčky, poskytovaný průtok kapaliny při tlaku. Průtok kapaliny poskytovaný hydrogenerátorem lze regulovat změnou otáček hnacího motoru nebo regulací čerpacích parametrů samotného čerpadla, a to např. nastavením sklopné desky určující zdvih pístků či polohou lamelového rotoru. Průtok hydrogenerátoru může činit dle typu od několika desítek až po stovky litrů za minutu.

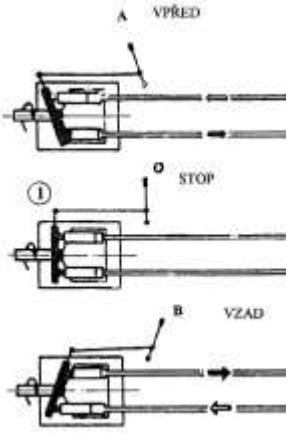
HG zubový



HG lamelový
1 – rotor s lamelami,
2 – lamela, 3 – korpus



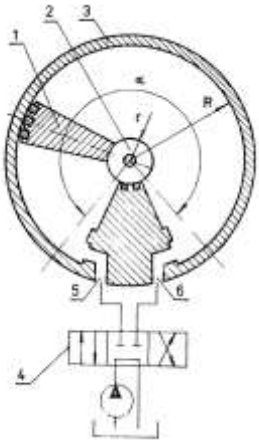
HG axiální pístkový se šikmou deskou



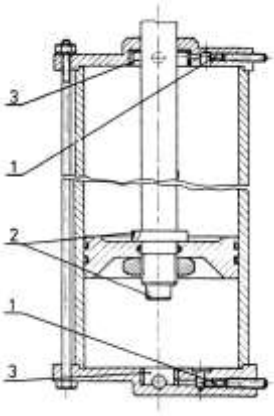
Princip regulačního HG se sklopnou deskou (dle Zemánek, Burg, 2005)

Obr. 6.44. Příklady hydrogenerátorů

Radiální rotační pístový HM s tvarovou oběžnou dráhou



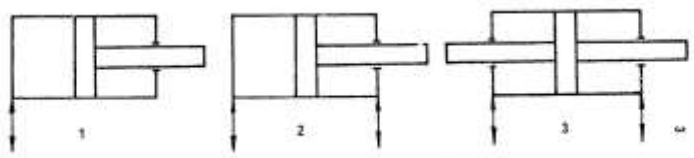
Kývavý hydromotor
1 – deska (píst), 2 – hřídel, 3 – korpus,
4 – rozvaděč, 5, 6 – vstupní otvory.
(Bauer, Ryšavý, 1985)



Přímočarý HM dvoučinný s jednostrannou pístnicí a tlumením
1 – vstupní kanály, 2 – tlumicí ventily,
3 – sedla ventilů

Obr. 6.45. Příklady hydromotorů

Hydromotory jsou hydrostatické prvky, které přeměňují tlakovou energii kapaliny opět na energii mechanickou: na vysouvání pístnice určitou silou a rychlostí nebo otáčení hřídelem s určitým momentem a otáčkami. Hydromotory se rozlišují na **rotační, přímočaré a kývavé**. Rotační hydromotory se vyrábějí jako regulační a neregulační a jsou konstrukčně podobné hydrogenerátorům. Regulace spočívá ve změně zdvihového objemu pístků nastavením sklopné desky. Tento způsob regulace rychlosti otáček hydromotoru je vhodnější, neboť při něm nevznikají tak vysoké hydraulické ztráty jako při škrcení průtoku kapaliny do hydromotoru (viz dále). Přímočaré hydromotory se vyrábějí v řadě provedení a velikostí, zpravidla v typizovaných řadách.

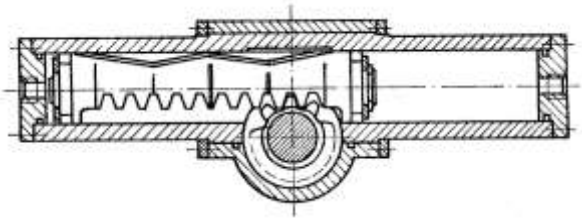


1 – HM jednočinný s jednostrannou pístnicí

2 – HM dvoučinný s jednostrannou pístnicí

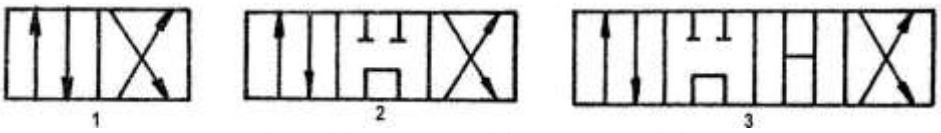
3 – HM dvoučinný s průběžnou dvoustrannou pístnicí

Obr. 6.46. Principy přímočarých hydromotorů (hydraulických válců)



Obr. 6.47. HM s ozubeným hřebenem a pastorkem (princip používán např. pro otoče hydraulických jeřábů) (Bauer, Ryšavý, 1985)

Hydraulické rozvaděče jsou hydraulické prvky, které zajišťují řízení hydraulických obvodů, neboli slouží k hrazení průtoku kapaliny ve větvích hydraulického obvodu. Umožňují otevření, uzavření či omezení průtoku kapaliny, změnu směru jejího toku, atd. Tím umožňují spuštění, zastavení, zpomalení, či reverzaci chodu mechanizmů. Rozvaděče mají velmi různorodé konstrukce, které odpovídají úkonům, jež mají být zajištěny. Rozvaděče sestávají ze sekcí, které se liší svými vlastnostmi a počtem tzv. poloh, tj. variant propojení kanálů (např. v základní poloze je průtok kapaliny sekcí otevřen, uzavřen, kapalina se vrací do nádrže, atd.). Ovládání rozvaděčů může být mechanické s přímým ručním přestavováním, elektromagnetické (zpravidla 12 nebo 24 V) nebo hydraulické, kdy je rozvaděč tzv. výkonového obvodu o tlaku např. 500 bar řízen pomocným obvodem o tlaku např. 60 bar.

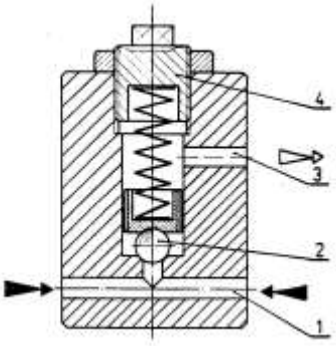


1 – dvoupolohový, 2 – třípolohový, 3 - čtyřpolohový

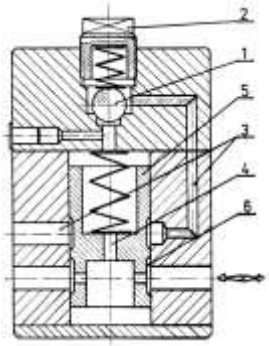
Obr. 6.48. Příklady schémat čtyřcestných rozvaděčů

Prvky pro řízení tlaku jistí, udržují nebo snižují pracovní tlak v obvodu. **Pojistné ventily** jsou nutnou součástí každého hydraulického obvodu nebo jednotlivého prvku, neboť zamezují tlakovému přetížení, které by mohlo vést v poškození hydraulických prvků, především k prasknutí hadic. **Přepouštěcí ventil** udržuje pracovní tlak na určité výši a přebytečné množství kapaliny přepouští zpět do odpadu. **Redukční ventil** umožňuje v určitém rozmezí snížit pracovní tlak.

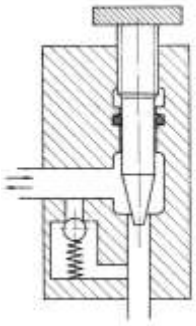
Škrticí ventil slouží k plynulému řízení průtoku proudící kapaliny, a tím k úpravě rychlosti pohybu hydromotoru. Pozn.: na tomto ventilu dochází zmenšováním průtočného profilu k největším hydraulickým ztrátám, proto by jeho používání mělo být obezřetné.



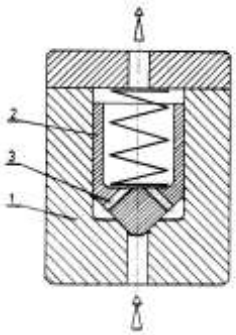
Pojistný ventil
1 – kanál hlavní, 2 – kulička, 3 – kanál do odpadu, 4 – přítlak kuličky



Přepouštěcí ventil
1 – kulička, přítlak kuličky, 3 – kanál, 4 – kanál, 5 – šoupátko, 6 – kanál hlavní



Škrticí ventil jednosměrný

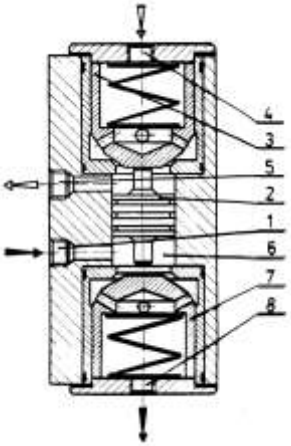


Jednosměrný ventil kuželkový
1 – korpus, 2 – kuželka, 3 – kanál

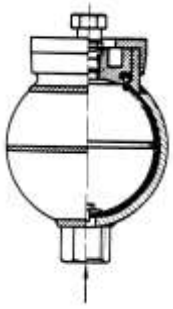
Obr. 6.49. Ventily pro řízení tlaku a průtoku

Jednosměrný ventil umožňují kapalině proudit jen v jednom směru, v opačném směru je průtok blokován. Často mají tyto ventily agregovánu i funkci škrcení průtoku.

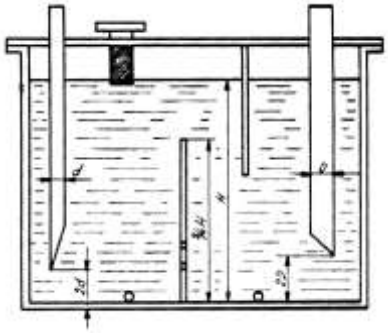
Hydraulický zámek uzavírá přívody kapaliny do přímočarého HM v případě poklesu tlaku v obvodu. Tím je zajištěna poloha např. výložníku hydraulického jeřábu či opěry odvozního automobilu i v případě poruchy systému. Hydraulický zámek se otevře, jedině když je do HM přivedena tlaková kapalina.



Hydraulický zámek oboustranný
1, 5 – připojovací otvory, 2 – zdvihátko, 3, 7 – kuželky, 4, 8 – otvory pro připojení k válci, 6 – kanál zdvihátka



Hydraulický akumulátor membránový



Nádrž hydraulické kapaliny

Obr. 6.50. Další hydraulické prvky

Hydraulický akumulátor je prvek, který slouží k uchování malého množství stlačené kapaliny**.** Zpravidla je řešen jako ocelová nádoba rozdělená na dvě části membránou, může být i vakový, aj. V části nad membránou je natlakován inertní plyn (např. dusík), do části pod membránu je tlačena kapalina, membrána se prohne, a tím dochází k akumulaci tlakové energie. Hydraulické akumulátory jsou používány např. v těch fázích činnosti, kdy je třeba disponibilní tlaková kapalina, avšak generátor ji ještě nedodává. Typickým strojem v lesnictví, který toto řešení používá, je protahovací odvětvovací stroj, u kterého je tlaková kapalina z akumulátoru použita pro sevření odvětvovacích nožů po vložení stromu do stroje.

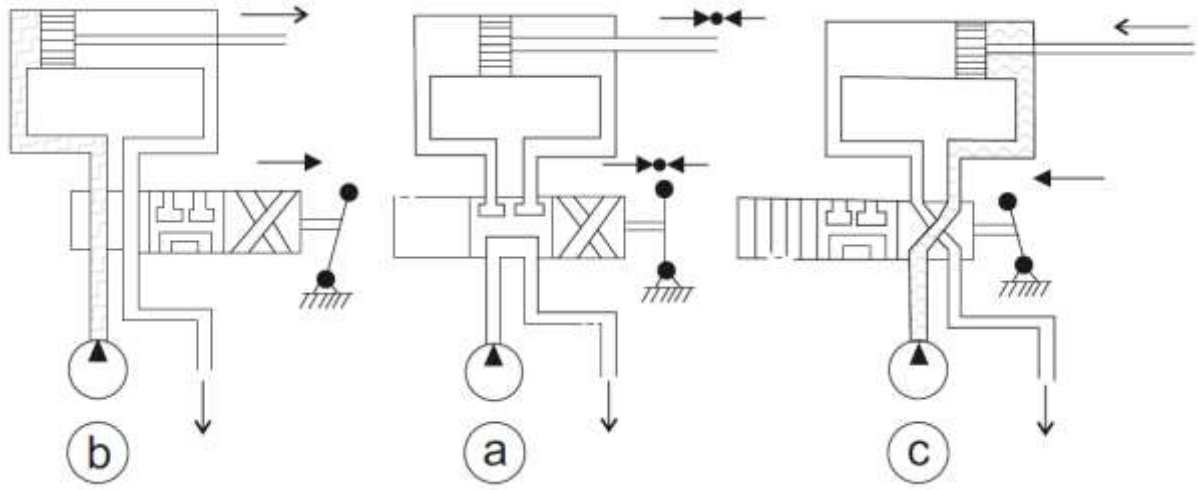
Hydraulické čističe (filtry) jsou nutnou součástí hydraulických obvodů, neboť odstraňují z hydraulické kapaliny částečky kovů a jiné nečistoty, které by jinak zvyšovaly opotřebení pohyblivých částí systému a byly zdrojem jeho poruch.

Vedení hydraulických kapalin je řešeno ocelovými trubkami a tlakovými hadicemi, které jsou vzájemně, jakož i s dalšími hydrostatickými prvky spojovány šroubením. Vedení na vratných větvích, vedoucích do nádrže, mívá větší světlost než tlakové vedení, z důvodů snížení hydraulických ztrát. Musí být použita vedení s odolností odpovídající předpokládanému pracovnímu tlaku i jeho špičkám, které mohou dosáhnout i více než trojnásobku jmenovitého tlaku. Oproti starším strojům, u nichž byl pracovní tlak okolo 120 bar, mají mnohé soudobé stroje pracovní tlaky až okolo 500 bar. Hadice nesmějí být mechanicky napínány a musejí mít plynulé ohyby s velkým poloměrem.

Nádrž hydraulické kapaliny je důležitou součástí, neboť zajišťuje nejen dostatečnou zásobu kapaliny např. i při náklonu stroje, ale slouží i k jejímu uklidnění po průchodu systémem (vypěnění) a k ochlazení. Musí být proto patřičně dimenzována.

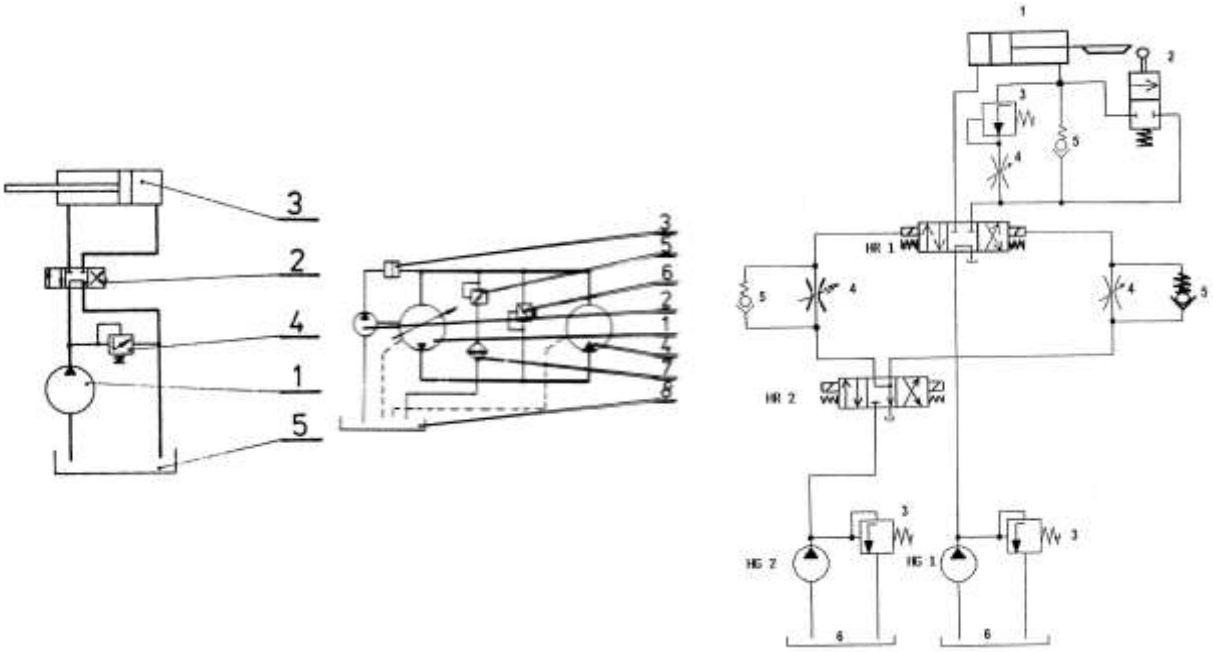
Chladiče s nuceným proudem vzduchu slouží k ochlazení hydraulické kapaliny po průchodu systémem. Jsou nutné zejména při intenzivně pracujících hydraulických mechanismech. Proud vzduchu pro chlazení je zajišťován ventilátorem poháněným elektromotorem nebo hydromotorem.

Hydraulické prvky jsou uspořádány do hydraulických obvodů. **Hydraulický obvod** sestává vždy z několika prvků, které jsou propojeny hadicemi nebo trubkami. Hadice jsou použitelné pro pohyblivé spojení částí stroje. Nejjednodušší obvod je sestaven např. z hydrogenerátoru, přímočarého hydromotoru, rozvaděče a trubního spojení (obr. 6.51.). Rozeznáváme obvody otevřené, kde veškerá kapalina se po průchodu obvodem vrací do nádrže (jsou častější) a uzavřené (kde kapalina prochází z větší části jen mezi hydrogenerátorem a hydromotorem, nádrž slouží pro uložení kapaliny z průsaku a pro vyrovnávání rozdílů objemu kapaliny způsobených její tepelnou roztažností či průsakem – používány např. v servořízení). Hydraulické obvody jsou znázorňovány technickými schématy, ve kterých jsou používány dohodnuté značky prvků a jejich propojení. Např. pro identifikaci příčiny poruchy hydraulického systému lze po prostudování schématu hydraulického obvodu relativně snadno pochopit funkce hydraulických obvodů a jejich částí a na základě toho příčinu poruchy rozpoznat a opravit. Provozovatel strojů s hydropohony by proto měl disponovat alespoň základní schopností četby schémat hydraulických systémů. Pro snazší orientaci v hydraulických schématech lze doporučit započít jejich „čtení“ nejlépe od „konce“, tj. nalézt příslušný hydromotor a od něj postupovat po rozvodech a hydraulických prvcích zpět až k hydrogenerátoru či nádrži.



a – výchozí (obtoková) poloha, olej z HG se vrací do nádrže, HM zablokován; b – kapalina proudí pod píst, pístnice se vysunuje; c – kapalina proudí nad píst, pístnice se zasunuje

Obr. 6.51. Řízení průtoku kapaliny šoupátkovým rozvaděčem čtyřcestným třípolohovým

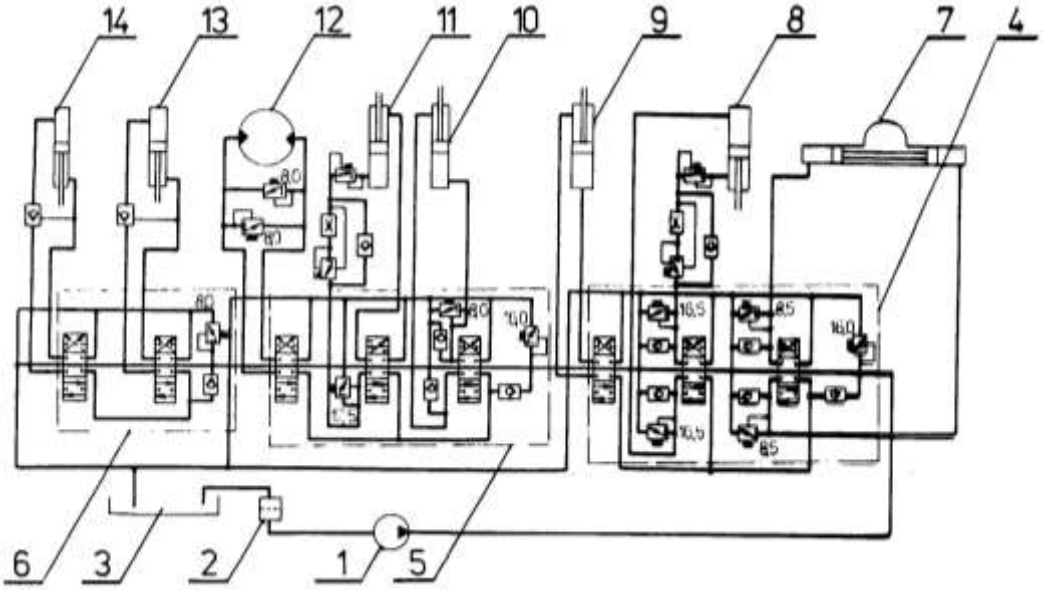


Hydraulický obvod otevřený dvoučinný přímočarý HM (3), čtyřcestný třípolohový rozvaděč s obtokem v základní poloze (2), tlakový ventil (4), rotační HG jednosměrný neregulovaný (1) a nádrž (5)

Hydraulický obvod uzavřený regulační jednosměrný HG (1), pomocný HG (2), filtry (3, 7), 4 – rotační neregulovaný jednosměrný HM, tlakové ventily (5, 6), nádrž (8)

Hydraulický obvod otevřený zdvojený s pracovní a řídicí částí přímočarý dvoučinný HM (1) s vačkou ovládající ventil dorazu (2), tlakové ventily (3), škrticí ventily (4), jednosměrné ventily (5), nádrž (6), HG 1, HR 1 – pracovní vysokotlaký obvod (HR 1 ovládán kapalinou z HR 2), HG 2, HR 2 – řídicí nízkotlaký obvod

Obr. 6.52. Příklady hydraulických obvodů



Hydrogenerátor neregulační jednosměrný (1), filtr (2), nádrž (3), sektor ovládání hlavního ramene (4), sektor ovládání teleskopu, rotace a pohybu čelistí drapáku (5), sektor ovládání podpěr (6), přímočarý HM s ozubeným hřebenem a pastorkem pro rotaci HJ (7), přímočarý HM středního dílu ramene HJ (8), přímočarý HM základního dílu ramene HJ (9), HM teleskopu (10), HM čelistí drapáku (11), obousměrný rotační HM rotátoru drapáku (12), přímočaré dvoučinné HM podpěr (13, 14)

Obr. 6.53. Hydraulický obvod ovládání hydraulického jeřábu s drapákem

6.4.3. Hydrodynamické systémy

Tyto systémy jsou založeny na principu získávání energie z proudící kapaliny. Rychle proudící kapalina naráží na lopatky kola turbíny, kterou tím roztáčí, a turbína je pak zdrojem mechanické

energie. Tyto mechanismy jsou využívány zejména pro pohony podvozků mobilních strojů (traktory, dozery, nakladače). Jejich konstrukce jsou poměrně komplikované a výrobně náročné, tedy i poměrně nákladné. Vyskytují se zejména jako hydrodynamická spojka a hydrodynamický měnič.

Teoretická východiska hydrodynamických systémů jsou obsažena ve třech rovnicích:

Rovnice kinetické energie proudící kapaliny, kterou získávají hydrodynamické prvky, je vyjádřena takto

$$W_k = 1/2\ \rho.V.v^2 = 1/2m.v^2 \quad [J]$$

kde: W_k – kinetická energie, ρ – hustota kapaliny [kg.m^{-3}], V – objem kapaliny [m^3], v – rychlost proudění [m.s^{-1}], m – hmotnost [kg]

Další důležitou rovnicí, popisující dynamiku proudící kapaliny, je **rovnice kontinuity**, která je vyjádřením zákona o zachování hmoty nestlačitelné kapaliny. Úplná rovnice kontinuity má tvar

$$m' = S_i.v_i.\rho_i = konst. \quad [kg.s^{-1}]$$

kde: m´- průtočná hmotnost, S_i – průřezové plochy v místech i [m^2], v_i – rychlost proudění v místech i [m.s^{-1}], ρ – hustota kapaliny [kg.m^{-3}].

Z rovnice kontinuity mj. vyplývá, že průtočné množství (hmotnost) kapaliny je stálé, při zmenšení průřezové plochy průtočného profilu se zvyšuje rychlost proudění kapaliny a vice versa.

Třetí rovnicí, popisující dynamiku proudící kapaliny, je **rovnice Bernouliova**, zejména její energetický tvar

$$1/2v^2 + p_s.\rho^{-1} + g.h = W_m = konst. \quad [J.kg-1]$$

kde: v – rychlost proudění [m.s^{-1}], p_s – tlak kapaliny [N.m^{-2}; Pa], ρ – hustota kapaliny [kg.m^{-3}], g – tíhové zrychlení, g = 9,81 m.s^{-2}, h – výška sloupce kapaliny [m], W_m – měrná energie

Bernouliova rovnice říká, že součet kinetické, tlakové a polohové energie proudící kapaliny zůstává konstantní a je roven energii měrné W_m.

Hydrodynamické prvky

Hydrodynamická spojka (obr. 6.54.) je hydraulický prvek sestávající z čerpadla a turbíny. Čerpadlo je poháněno spalovacím motorem točivým momentem M_1 s otáčkami n_1. Radiální lopatky čerpadla velkou rychlostí vrhají kapalinu na obdobné lopatky turbíny, čímž na ni přenášejí točivý moment M_2. Při zanedbání ztrát lze považovat točivé momenty a otáčky čerpadla i turbíny za shodné:

$$M_1 = M_2;\ n_1 = n_2$$

Hydraulická spojka tedy nemění točivý moment ani otáčky. Ve skutečnosti jsou ovšem otáčky turbínového kola při běžném zatížení o 2 – 4 % nižší než kola čerpadlového. Tím je docíleno měkkého rozjezdu a záběru stroje. Tyto spojky jsou vhodné všude tam, kde je nutné časté zastavování a opětovný plynulý rozjezd stroje.

Hydrodynamický měnič lze charakterizovat jako hydraulickou převodovku s plynule měnitelným převodem a s vlastnostmi hydraulické spojky. Hydrodynamický měnič sestává ze tří základních částí (obr. 6.54.):

- čerpadlové kolo (1)
- turbínové kolo (2))
- vodicí kolo s pevnými lopatkami (3).

V hydrodynamickém měniči proudí kapalina od čerpadlového kola do kola turbínového a z něho přes pevné vodicí lopatky se opět vrací do kola čerpadlového. Do měniče vstupují od spalovacího motoru parametry M_1 n_1 a z měniče vystupují parametry M_2 n_2. Při průchodu proudící kapaliny pevnými lopatkami L vzniká reakční moment M_r, který se mění rozdílem otáček čerpadlového a turbínového kola. Při roztáčení turbínového kola T (stroj se začíná rozjíždět) naráží proud kapaliny z kola čerpadlového i turbínového kolmo na lopatky vodicího kola L a vyvozuje tak velký reakční moment

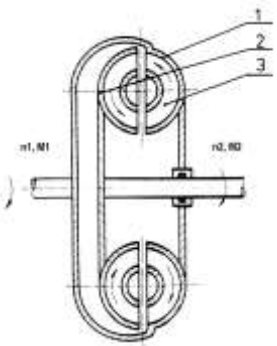
M_r. V této situaci (stroj se již rozběhl), kdy proud kapaliny naráží na lopatky vodicího kola L, bude výchozí moment z měniče M_2 přenášený turbínou T vyjádřen

$$M_2 = M_1 + M_r$$

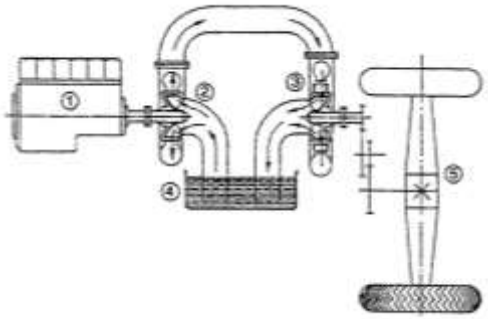
Jestliže se po rozběhu stroje zvětší otáčky turbínového kola T, proud kapaliny naráží na lopatky vodicího kola L šikmo a reakční moment se postupně snižuje až k hodnotě $M_r = 0$. Otáčky čerpadlového kola jsou v tom případě shodné jako otáčky kola turbínového a měnič tedy přechází do režimu spojky, a to proto, že

$$M_2 = M_1 + 0, \text{ tedy } M_2 = M_1$$

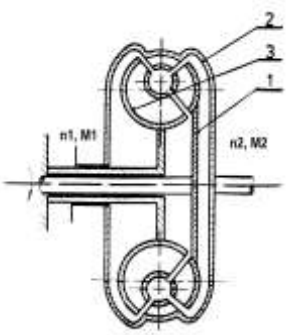
Z uvedeného vyplývá, že největší záběr stroje nastává ve fázi jeho rozjezdu (kdy $M_2 = M_1 + M_r$). Po rozjezdu se v režimu spojky oba momenty vyrovnají ($M_2 = M_1$). Tato skutečnost je výhodná i ve srovnání s klasickým mechanickým stupňovým převodem, který sice má velmi dobrou účinnost ($\eta_m \approx 0{,}93$), při rozjezdu stroje však jeho spalovací motor nemůže pracovat na plný výkon, což při rozjezdu stroje s hydrodynamickým přenosem energie naopak možné je. Plynule měnitelný převodový poměr u těchto mechanismů bývá 1 : 2 až 1 : 5.



Hydrodynamická spojka
1 – čerpadlo, 2 – turbína, 3 – lopatky turbíny



Princip hydrodynamického přenosu sil na nápravu podvozku
1 – spalovací motor, 2 – odstředivé čerpadlo, 3 – turbína, 4 – nádrž oleje, 5 – hnací náprava s převody (Zemánek, Burg, 2005)



Hydrodynamický měnič
1 – čerpadlo, 2 – turbína, 3 – vodicí kolo

Obr. 6.54. Hydrodynamické prvky a jejich funkce

6.4.5. Hydraulické kapaliny

Úkolem hydraulických kapalin je zajistit přenos energie s co nejnižšími ztrátami způsobenými třením a opotřebením. Hydraulické kapaliny plní i další úlohy: mazání pohyblivých prvků, chlazení prvků, ochrana proti korozi, aj.

Hydraulické kapaliny obecně mohou být tvořeny vodou, směsí na bázi vody (glykoly) a oleji (minerálními, rostlinnými a syntetickými). Výhody a nevýhody jednotlivých druhů hydraulických kapalin:

- voda (levná, neškodná, nechrání proti korozi, nízký stupeň varu, nemaže)
- glykoly (obdoba vody, vhodná pro velkoobjemové systémy, lépe chrání proti korozi)
- minerální oleje (mažou, chrání proti korozi, neoxidují, škodí životnímu prostředí)
- rostlinné oleje (obvykle rafináty řepky, ekologicky neškodné, horší užitné vlastnosti, špatná termooxidační stabilita - nižší životnost, nutnost přidávání aditiv)
- syntetické oleje (výborné užitné i ekologické vlastnosti, vyšší cena).

Požadavky na efektivnější využití energie, snížení tření a zvýšení mechanické účinnosti si vynucují konstrukční změny hydraulických systémů a zvýšený nárok na hydraulické kapaliny. Minimální vůle hydraulických prvků vyžadují, aby byl olej dobře filtrovatelný velmi jemnými filtry a to i za přítomnosti vody. U hydraulické kapaliny musí být zajištěna její přijatelná viskozita (vazkost) v rozsahu pracovních teplot. Se zvyšující se teplotou viskozita klesá a opačně. Zpravidla bývá uváděna tzv. kinematická viskozita kapaliny při teplotě 50 °C. Kapaliny jsou zatřiďovány dle kinematické viskozity do viskozních tříd SAE. Zejména v zimním období je třeba zajistit (např. elektrickým ohřevem nebo garážováním

stroje v temperovaném prostoru) přijatelnou viskozitu hydraulických kapalin v obvodech. Nelze-li toto zajistit, je třeba zdůraznit, že po nastartování prochladlého stroje je nežádoucí ihned zatěžovat jeho hydraulický systém plným výkonem – je třeba nejprve obezřetně stroj rozhýbat bez zátěže a několik minut posečkat, až se kapalina v obvodech prohřeje. Viskozita chladné kapaliny je totiž příliš vysoká, což může při nedodržení uvedených zásad, vést k závažným poškozením hydraulických prvků.

Kvalita hydraulického oleje závisí na kvalitě základového oleje a kombinace přísad. Hydraulické oleje musí splňovat specifikaci ISO 11158 a ISO 6743-4:HV. Biologicky rozložitelné hydraulické oleje musí splňovat specifikaci ISO 15380 a ISO 6743-4:HEES. Směšování různých typů olejů může způsobit degradaci jejich vlastností a je tedy nežádoucí.

Dle § 32 zákona č. 289/1995 Sb. o lesích je vlastník lesa povinen chránit les před znečišťujícími látkami unikajícími nebo vznikajícími při jeho hospodářské činnosti. V lese je povinen používat výhradně biologicky odbouratelné oleje k mazání řetězů motorových pil a biologicky odbouratelné hydraulické kapaliny.

V harvestorech i vyvážecích traktorech, ale i ve všech dalších strojích s hydraulickým pohonem a používaných v lesním prostředí, jsou z výše uvedených důvodů používány hydraulické kapaliny na bázi syntetických olejů, které mají vynikající užitné vlastnosti a jsou zároveň biologicky odbouratelné. Biologicky odbouratelné oleje je nutno chránit před přehříváním (optimum 70 ^{0}C). Životnost biologicky odbouratelných olejů je přesto nižší, než u olejů minerálních, cca 800 až 2.000 hodin. Je proto nezbytně nutné respektovat pokyny výrobců strojů, pokud se týče intervalů výměny hydraulických náplní. Zacházení s použitými oleji je upraveno zákonem č. 167/1998 Sb. o odpadech.

6.4.6. Provoz a údržba hydraulických obvodů

Základní zásady provozu a údržby hydraulických obvodů jsou uvedeny v návodu k obsluze příslušného stroje, který je nutno jednoznačně respektovat. Není např. přípustné

- seřizovat regulační prvky na vyšší tlaky, než připouští výrobce
- pracovat s nedostatkem či přebytkem kapaliny v obvodu
- používat hydraulickou kapalinu déle než jakou má životnost
- mísit různé kapaliny mezi sebou
- nečistit v předepsaných intervalech filtry
- provádět úkony údržby a oprav za chodu stroje, při demontáži hydraulických prvků systému je třeba zabezpečit mechanické části před nežádoucím pohybem (např. nekontrolovaným poklesem ramene hydraulického jeřábu), atd.

6.4.7. Hybridní systémy pohonu strojů

Ve vhodných časových úsecích činnosti některých druhů strojů (vyvážecí traktorové soupravy, forwardery, harvestory, aj.) **je možno ukládat přebytečnou energii,** poskytovanou motorem traktoru, a to v závislosti na okamžitém režimu práce, kdy je pro zajištění dané pracovní činnosti zapotřebí méně energie, než kolik je schopen poskytovat spalovací motor stroje (např. při jízdě po rovině nebo ze svahu, či při práci s hydraulickým jeřábem). Toto lze řešit např. **akumulací elektrické energie, produkované hydraulicky poháněným elektrogenerátorem, a takto uloženou energii posléze dle potřeby využívat pro pohon pojezdových kol stroje** (např. při překonávání kratších úseků trasy s vyšším sklonem). Tím lze dosáhnout snížení nároků přívěsu na tahovou sílu získávanou např. od bázového tažného stroje (traktoru). Lze tedy uvažovat, že **pro pohon stroje lze použít motor o nižším výkonu**, který ve většině situací postačí, a jen příležitostně bude třeba použít přídatný pomocný pohon, využívající akumulovanou energii.

Ústav techniky LDF MENDELU řešil v poslední době dva výzkumné projekty s touto tématikou (hybridní pohon vyvážecího přívěsu a hybridní pohon harvestoru), viz např. Neruda, J. a kol. (2019). Přitom se potvrdily předpokládané účinky tohoto principu, tj. možnost použití tažného prostředku s nižším výkonem motoru, snížení pořizovacích i provozních nákladů, snížení spotřeby pohonných hmot. Nižší spotřeba pohonných hmot pak znamená i nižší produkci emisí. Podrobnější informace o této problematice jsou k dispozici na ÚT LDF.

7. TECHNIKA PRO SBĚR A ZPRACOVÁNÍ LESNÍHO OSIVA

7.1. Technika sběru osiva

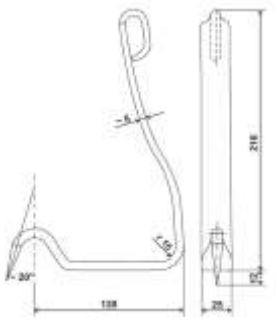
Sběr osiva lesních dřevin se uskutečňuje z korun stojících stromů, z pokácených stromů a povrchu půdy.

7.1.1. Sběr osiva z korun stromů

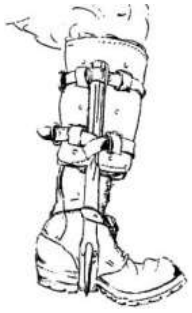
Tento druh sběru osiva se realizuje v lesních porostech z vysokých stromů a v semenných sadech z nízkých stromů. Při trhání šišek a plodů **v korunách vysokých stromů** jsou nejčastěji používány trhačské soupravy, usnadňující bezpečný výstup do koruny, vlastní trhání i sestup trhače na zem.

Soubor pomůcek a nástrojů pro **výstup do korun vysokých stromů** za účelem sběru osiva, řezání roubů a zčásti i stavby lanových dopravních zařízení se nazývá **trhačská souprava.** Součástmi staršího, v tuzemsku dosud používaného provedení trhačské soupravy, jsou hrotové stupačky, lanový poutací systém, kožené kamaše chránící nohy před otlaky, odřením o povrch kmene a promáčením, kožené nátepníky na ochranu zápěstí, kukla k ochraně hlavy, pracovní kombinéza, pracovní obuv, trhačský vak a háček na přitahování větví.

Stupačky v původním provedení jsou vykovány (svařeny) z kvalitní pásové oceli a pomocí řemenů či popruhů upevněny na nohy trhače. Stupačky jsou opatřeny hroty, které trhač při pohybu po kmeni zasekává do jeho povrchu a tím získává opěrné body pro nohy. V ČR jsou velmi známé tzv. **jednohroté Wolfgangovy stupačky,** vykované z jednoho kusu pásové oceli do tvaru L, a nasazované na pracovní boty tak, že delší svislé rameno se přiloží k vnější straně nohy trhače, kratší rameno na podrážku pracovní boty před podpatek, a stupačka se k noze připevní koženým řemenem s okem a přezkou. Ve světě i v tuzemsku je k dispozici řada dalších konstrukčních principů stupaček (jednohroté, dvouhroté, s opěrkou, srpovité, výkyvné obručové ap.).



Obr. 7.1a. Jednohrotá Wolfgangova stupačka



Obr. 7.1b. Upevnění hrotové stupačky na noze

Obr. 7.1c. Tradiční způsob výstupu do koruny s hrotovými stupačkami

V současnosti jsou **moderní konstrukce stupaček** řešeny tak, že svislé kovové rameno (většinou opatřené i tvarovaným plastovým fixačním krytem přikládaným na holeň nohy pracovníka) je umístěno na vnitřní stranu nohy pracovníka. Toto konstrukční řešení stupaček je výrazně vhodnější než původní koncepce stupaček s vnějším svislým ramenem, a to proto, že méně namáhá nohy pracovníka, poskytuje lepší zpevnění nohy a větší jistotu při postupu po kmeni stromu. Samotný hrot je ke svislému rameni připevněn buď nerozebíratelně, nebo jako výměnný pomocí rychloupínače. Výměnné různě velké hroty jsou voleny a nasazovány na stupačky v závislosti na druhu dřeviny. Výměnné hroty lze při otupení snadno nahradit ostrými.

Známým zahraničním výrobkem jsou stupačky Baumvelo, které jsou bezhroté a nepracují na principu zasekávání hrotů do dřeva kmene, nýbrž jsou založeny na fyzikálním principu dvojzvratné páky. Každá z obou stupaček, připevněných k chodidlům trhače je opatřena pružnou ocelovou délkově stavitelnou obručí vsazenou do konce páky se šlapkou. Obruč se na počátku práce volně obepne kolem kmene stromu a zajistí. Při výstupu a sestupu trhač přesouvá stupačky po kmeni nahoru či dolů. Jestliže odlehčí a zdvihne nohu, uvolní se přítlak způsobený přenosem části tíhy trhače přes rameno

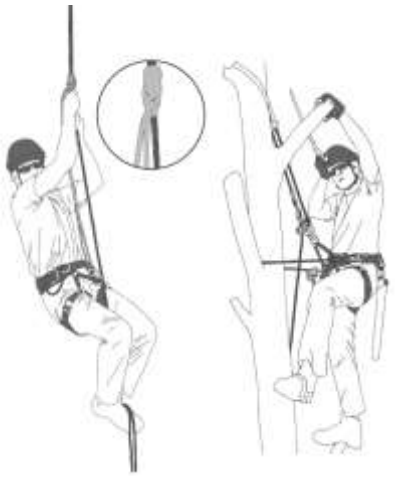
stupačky na opěrku a protilehlý opěrný bod obruče. Jakmile trhač došlápne na stupačku, jejím ramenem se přenáší část jeho tíhy k opěrce a protilehlému bodu obruče. Použití stupaček Baumvelo je oproti hrotovým stupačkám velmi bezpečné, protože čím více trhač stupačku zatěžuje, tím větší silou stupačka na kmeni drží. Použitý princip je zároveň velmi šetrný ke stromu. Podmínkou použití těchto stupaček je přímo rostlý kmen bez větví a suků, po dosažení zóny větví trhač ze stupaček vystoupí a v koruně postupuje bez nich. Jinou netradiční pomůckou pro výstup po kmeni, využívající principu dvojzvratné páky, je kombinovaná sedačka s podnožkou NIKA ze SRN. Podobně jako u soupravy Baumvelo jsou obě její části kývající rameny opřeny o kmen ve dvou protilehlých místech. Při výstupu se střídavě odlehčuje a posunuje vzhůru sedačka či podnožka. Při sestupu je postup obdobný. Výstup po kmeni je velmi bezpečný a méně namáhavý, než klasickými prostředky.

Tradiční tuzemský **poutací systém** sestává z bezpečnostního pásu s dvěma lany (který je jistícím prvkem zejména při výstupu a sestupu), obepínaného kolem pasu trhače a modifikované padákové vesty opatřené dvěma brzdovými trhacími články a používané k jištění trhače při práci v koruně. V současnosti se i v lesním semenářství častěji využívá poutacích systémů využívajících principů z horolezectví či arboristiky (dlouhá i krátká lana, systém uzlů či blokantů), které snižují namáhavost postupu po kmeni, zvyšují bezpečnost a ergonomii práce (postroj, k němuž jsou připojena zabezpečovací lana, je řešen tak, že trhač v něm sedí a silové rázy, vzniklé při sesmeknutí trhače po stromu, nejsou přenášeny do citlivé oblasti křížové části páteře, jako je tomu u bezpečnostních pásů). Použití závěsu na laně s prostředky pro pracovní polohování je přednostně řešeno tak, že systém je tvořen nejméně dvěma nezávislými lany, přičemž jedno slouží jako nosný prostředek pro výstup, sestup a zavěšení v požadované poloze (pracovní lano) a druhé jako záložní (zajišťovací lano). Nové lanové systémy pro výstup do korun stromů (jednolanový a dvoulanový) nevyžadují použití hrotových stupaček, čímž podstatně zvyšují šetrnost ke stromu, který není vystavován poraněním od hrotů stupaček. Jednou z prvních poutacích systémů nového provedení náleží souprava SQ 224/93 z Nizozemí, která se objevila na trhu počátkem 90. let minulého století. V principu se jedná o využití dvou kmenových smyček s nastavitelnou délkou. Nejčastěji využívá možností posuvného svěrného uzlu (prusíku), který lze nahradit vhodným zařízením na principu tzv. blokantu. Výstup lezec vykonává pomocí dynamického přitahování.

Poutací systém SQ 224/93 | Švédský žebřík | Sedačka Nika | Upoutaný balón | Hydraulická plošina na UKT FA 1407, zdvih 14 m

Obr. 7.2. Technika pro výstup do korun vysokých stromů

Obr. 7.3a. Výstup do koruny se stupačkami systému Baumvelo



Obr. 7.3b. Moderní stromolezecká technika výstupu do koruny stromu a práce v koruně za pomoci lanových systémů (dle

www.singingrock.cz)

Již v 50. letech minulého století byly v lesním semenářství známy různé pomůcky umožňující přehodit dlouhé lano přes větev v koruně tak, aby pomocí něj bylo možno do koruny stromu vytáhnout provazový žebřík, nebo dlouhé poutací lano. Tyto pomůcky se v inovované podobě běžně používají i v současnosti ve stromolezení a pracují na principu vystřelování šípu nebo kulky, případně váčku s upevněným tenkým lankem přes větev, následně se tažením za tenké lanko přes větev protáhne lano silnější. K vystřelování se používají luky, speciální samostříly nebo i vystřelovací pušky. Pro menší výšky lze pro instalaci lana do koruny stromů použít ručně vyhazované vrhací váčky, na nichž je upevněno pomocné lanko, jímž je následně přes větev protaženo lano pracovní.

Lana ve stromolezení se používají především textilní ze syntetických vláken na bázi polymerů, tj. chemických sloučenin tvořených dlouhými řetězci molekul. Typickými materiály jsou např. polyamidy, polyestery, polypropylen, či aramidy. Dle konstrukce se lana dělí na stáčená a pletená a na lana bez jádra a lana s jádrem a opletem. Většinou jsou používána lana s opletem, který chrání jádro lana před působením ultrafialového záření a mechanickým poškozením. Podle účelu použití se vyrábějí lana nízko průtažná s opláštěným jádrem – **statická** (tato ve stromolezení převažují) nebo lana s dynamickou charakteristikou – **dynamická** (horolezecká) určená k zachycení pádu. Základním materiálem pro výrobu lan je polyamid (PAD) a polyester (PES). Pro práce ve výšce a nad volnou hloubkou se používají nízko průtažná lana s opláštěným jádrem s minimální nosností 22 kN.

Pro výstup do korun vysokých stromů lze použít též **švédské žebříky, sedačkové výtahy**, ap. Švédské žebříky jsou zhotoveny z hliníkových slitin v sekcích o délce 3 m a hmotnosti 5 kg. Žebřík se při výstupu na strom postupně prodlužuje nastavováním dalších sekcí, a ke kmeni je poután úvazky. Existují i další možnosti výstupu do korun vysokých stromů:

- **ruční a motorová navíjedla, kladkostroje**
- **hydraulické zvedací plošiny** se zdvihem max. 25 m, na výložníku neseném na automobilním podvozku nebo na traktoru
- **vysouvatelný žebřík** s délkou cca 15 nesený na traktoru
- **upoutaný balon a vrtulník.**

Po výstupu do koruny musí být trhač zajištěn jistícím lanem ke kmeni nebo dostatečně silné větvi stromu. Jistící lano musí být při práci průběžně dopínáno. Vlastní sběr osiva a roubů v korunách stromů probíhá ručně za použití jednoduchých pomůcek.

Setřásač semen | Samojízdný vysavač semen Bowie | Hydraulická plošina PL 4B do semenných sadů

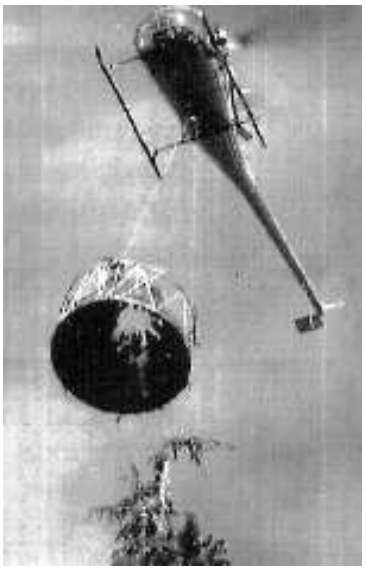
Obr. 7.4. Některá další technika pro sběr osiva

Použití automobilních, traktorových či samochodných plošin a žebříků je omezeno sklonem terénu a jeho únosností, i zhoršenou průchodností porostem z důvodu jeho hustoty a poměrně značných rozměrů zařízení. Tyto prostředky však lze využít při **sběru osiva z nízkých stromů** v semenných sadech. Sběr lze realizovat pomocí zdvižných plošin, např. v tuzemsku vyráběných typů PL - 4B se čtyřmi rameny o zdvihu 3,5 m umístěnými na čtyřkolovém přívěsu traktoru, nebo PL - 2 se dvěma rameny a zdvihem 5 m. Stranový dosah obou plošin je 1,5 m.

Použití **upoutaného balonu** pro výstup do koruny stromu je relativně běžné v zahraničí (v Německu). Je při něm zapotřebí disponovat navíjecím poutacím systémem balonu a podmínkou je takřka úplné bezvětří. **Použití vrtulníku** pro zdvih pracovníka do korun stromů je sice technicky možné, avšak ekonomicky velmi náročné. V zahraničí byly vyvinuty některé **netradiční mechanizované způsoby**

sběru šišek z vysokých stromů pomocí vrtulníku – pro naše podmínky však jen obtížně připadající v úvahu:

- seřezávání vrcholových částí jehličnatých stromů se šiškami okružní pilou zavěšenou na laně pod vrtulníkem a následný sběr šišek na zemi z odřezaných vrcholových větví (Skandinávie)
- trhání šišek mechanickým zavěšeným košovým sběračem (Kanada), pracujícím na principu kuželového hřebenu, nasunovaného na vrchol koruny jehličnatých stromů, o jehož zuby se při zpětném pohybu strhávají šišky do zásobníku.



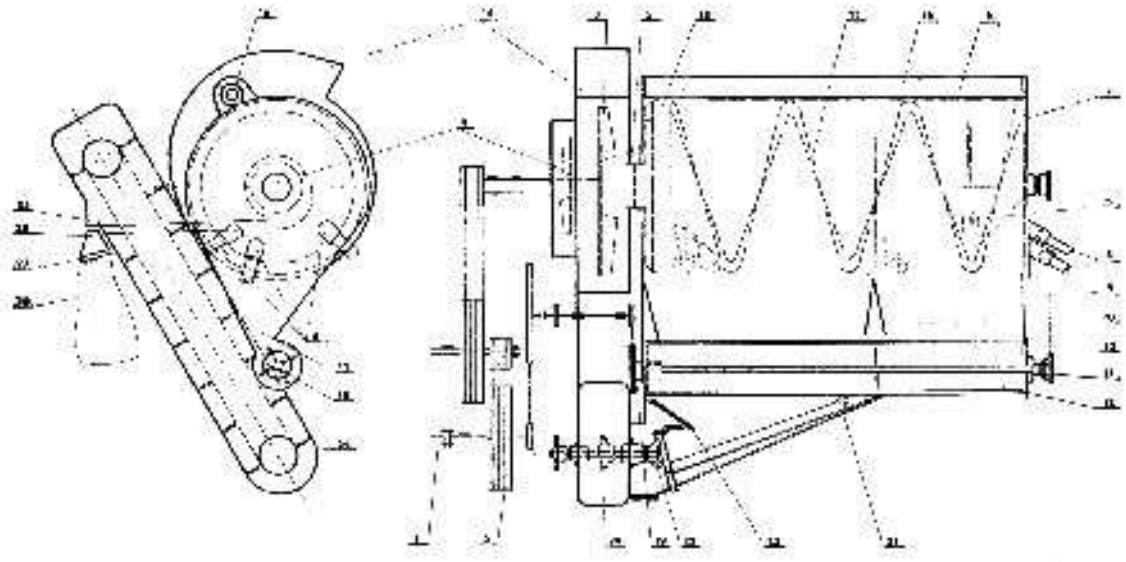
Obr. 7.5. Košový sběrač šišek na vrtulníku

7.1.2. Sběr osiva z povrchu půdy

Osivo může opadat na zem přirozeným způsobem, nebo pomocí setřásačů. Pokusy o regulované spontánní opadání plodů ze stromů na základě aplikace biologických stimulátorů, nedoznaly provozního uplatnění. **Setřásače** (vibrátory) jsou opatřeny hydraulickými kleštěmi (drapákem) nesenými na výložníku, jež se svými čelistmi přichytí ve výšce zpravidla 4 - 5 m nad zemí ke kmeni stromu. Vibračním mechanismem, umístěným zpravidla přímo v kleštích, nebo těsně u nich, jsou po dobu několika sekund až desítek sekund vytvářeny vibrace a přenášeny na strom. Příkon vibrátoru činí cca 25 kW, amplituda vibrací 60 - 80 mm, frekvence vibrací 600 - 1.200 min^{-1}. Vyvolané zrychlení kmitavého pohybu součástí stromu včetně plodů a semen je určujícím předpokladem pro setřásací efekt. Síly vzniklé zrychlením překonají přidržovací sílu semen nebo plodů, které odpadávají na zem. Pohon setřásacího mechanismu je mechanický nebo hydraulický. Setřásače jsou konstruovány jako speciální samochodné stroje nebo jako adaptéry traktorů. Setřásače se používají zejména v zahraničí, např. Schaumanův vibrátor, setřásač šišek WSO nebo Bowie, aj.

Sběr osiva z povrchu půdy lze konat ručně nebo mechanizovaně. Pro sběr opadaného osiva z povrchu půdy existují **vysavače semen**, zejména bukvic a žaludů, konstruované jako samochodné, nebo nesené jako adaptér na traktoru. Základní princip je obdobný vysavači prachu, tj. v zásobníku je sacím ventilátorem vytvářen podtlak, proudem nasávaného vzduchu je do sacích hubic a hadic strhávána z povrchu půdy směs semen a příměsí. Semena a těžké příměsi se usazují v zásobníku, lehké nečistoty jsou vzduchem uneseny ven. V bubnovém sítu může být směs dále dočisťována mechanicky. V 60. letech 20. století byl u nás vyřešen funkčně úspěšný Kalábův vysavač semen (princip jeho konstrukce je zřejmý z Obr. 7.6.), který se v tuzemsku již provozně nevyužívá. V zahraničí jsou na daném principu vysavače semen vyráběny, např. holandský stroj SUC 150 tažený s ruční obsluhou a příkonem 20 kW, americký Bowie Vac-U-Seed Harvester, který je samojízdný aj. V poslední době byl v SRN vyvinut progresivní způsob sběru opadaného osiva zejména při sklizni bukvic systémem SilvaSat. Metoda spočívá v tom, že pod vybrané stromy s předpokladem dobré úrody semen, se ručně podkládají sítě z plastické hmoty s úzkými oky tak, aby jimi semena nepropadala. Po opadu semen se

sítě sbalí a surovina v nich obsažená se vyčistí v čistícím stroji SilvaSat, který lze dopravovat jako přívěs za motorovým vozidlem a sebraná semenná směs osiva a příměsí se čistí přímo na v terénu.



1 náhonový hřídel, 2 převod klínovými řemeny, 3 hlavní ventilátor, 4 dočisťovací ventilátor, 5 sací hrdlo, 6 sběrný buben, 7 víko, 8 hubice, 9 sítový buben, 10 řetězový převod, 11 hřídel, 12 transportní spirála, 13 vynášecí kapsa, 14 vynášecí hrdlo, 15 přepážka, 16 obvodový válec, 17 štěrbina, 18 turniket, 19 pohon turniketu, 20 přepážka, 21 vytřásací síto, 22 vačka, 23 usměrňovací plošina, 24 elevátor, 25 hrdlo, 26 pytel, 27 závěs, 28 pomocný ventilátor

Obr. 7.6. Kalábův vysavač semen

7.2. Technika zpracování osiva

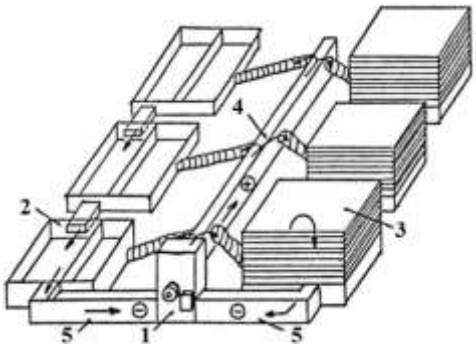
7.2.1. Luštění šišek

Semeno z nerozpadavých šišek a šištic se získává v luštírnách. **Luštírna** je technické zařízení schopné nerozpadavé šišky a šištice mechanickým, tepelným nebo jiným způsobem otevřít, semeno v nich uvolnit a docílit jeho vypadnutí ze šišky. Pro většinu druhů dřevin se užívají **luštírny tepelné**, pro získávání osiva modřínu se užívají **luštírny mechanické**. Luštírny sluneční se pro malou produktivitu a zdlouhavost luštění užívají ojediněle. V luštírnách s umělým prostředím je vzduch zahříván přímo v luštírně nebo je do ní přiváděn zvenčí. Cirkulace vzduchu, jeho teplota i vlhkost, jakož i doba luštění jsou v současných luštírnách vždy řízené.

Tepelné (horkovzdušné) luštírny se dělí na komorové, etážové a tunelové, a do dvou skupin:

- využívající přírodní neregulované sluneční energie
- s umělým řízeným výsušným prostředím.

Pro **luštírny komorové** je typické, že proces luštění probíhá v jediné komoře (prostoru) bez přemísťování šišek, uložených na lískách, nebo u novějších typů v otáčivých bubnech, majících zároveň funkci vytloukače semen. V moderních komorových luštírnách trvá luštění asi 12 h. Velikost prostoru komory je velmi rozličná. Komorové luštírny mohou být malé (skříňové), s jediným prostorem o objemu 1-2 m^3, používané pro laboratorní účely, luštění malých partií osiva, nebo pro malospotřebitele. Existují však i komorové luštírny s pracovními prostory tvořenými soustavou zásuvek pro jednotlivé partie osiva, nebo luštírny s prostorami velikosti místností. Luštírny komorové jsou vhodnější pro menší provozní jednotky. Z komorových luštíren lze za progresivní řešení považovat mobilní komorovou luštírnu CDK z USA. Šišky určené k luštění jsou umístěny do palet se sítovým dnem o rozměrech 1,2 x 2,4 x 0,4 m. Palety se manipulují vysokozdvižným vozíkem, pro luštění se stohují a pokládají na podkladní rámy, do kterých je tepelným agregátem vháněn teplý vzduch. Svrchní palety se neprodyšně uzavřou víkem pro umožnění recirkulace sušícího vzduchu, jehož teplota i vlhkost jsou elektronicky regulovány. Tento princip je velmi pohotový, nevyžaduje trvalé umístění a umožňuje pružně reagovat na aktuální potřebu luštění menšího či většího množství šišek.

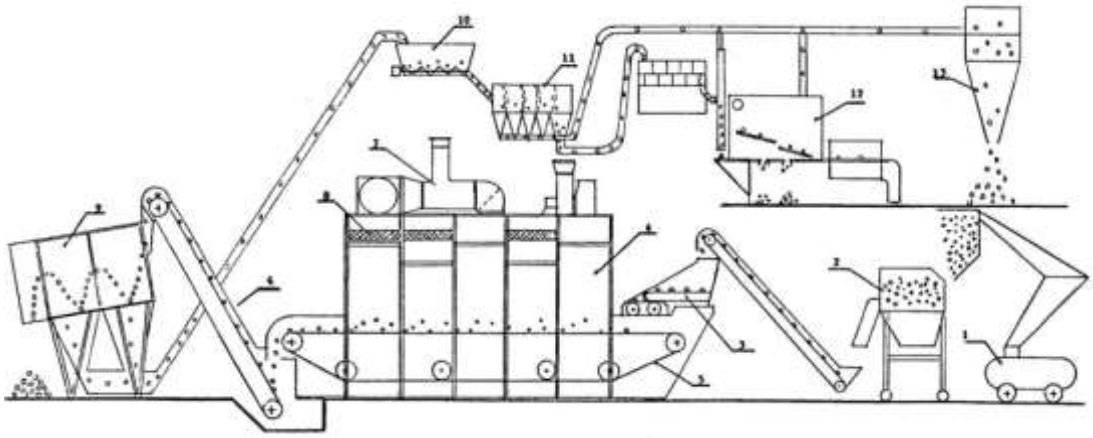


1 generátor teplého vzduchu, 2 podkladní rámy, 3 palety, 4 rozvod teplého vzduchu, 5 odvod ochlazeného vzduchu

Obr. 7.7. Mobilní komorová luštírna CDK

Do **luštíren etážových** patří luštírny hvozdové, tvořené budovou se třemi etážemi s roštovými podlahami. Čerstvé šišky přicházejí do nejvyšší (třetí) etáže k předsušení, po 6-8 hodinách propadávají do etáží nižších. Vzduch je zahříván v nejnižší etáži, prochází vyššími etážemi a vychází otvorem ve střeše. Uvolněná semena propadávají rošty a jsou shromažďována na podlaze v přízemí. Šišky se otevřou po 18 - 24 h. Klasické hvozdové luštírny jsou vhodné pro velké partie šišek. Etážová kombinovaná luštírna se nachází v ČR v semenářském závodě v Týništi n. O., vychází z konstrukce luštírny hvozdové, spodní etáž je však nahrazena otáčivým vytloukacím bubnem, ve kterém probíhá poslední fáze luštění – mechanické vyklepávání semen z otevřených šišek. Uvolněná semena vypadávají do sběrných nádob. Podlahy vyšších etáží jsou roštové, segmentové, sklopné, což umožňuje luštění i menších partií šišek. Teplotní spád v etážové luštírně: III. etáž 30 °C, II. etáž 40 °C, I. etáž (buben) 55 °C s možností zvýšení až na 80 °C. Cyklus luštění trvá 15 h. Řízení provozu je dálkově ovladatelné.

Tunelové luštírny tvoří tunel až 30 m dlouhý, kterým prochází pásový transportér. Na pásu z drátěného pletiva je unášena vrstva luštěných šišek. Teplotní spád od 25 do 60 °C je vytvářen systémem regulovatelných topných těles umístěných po celé délce tunelu. Šišky vyluštěné v teplovzdušných luštírnách přecházejí do mechanických vytloukačů semen. Tunelové luštírny jsou méně náročné na prostor, oproti luštírnám etážovým, přičemž jejich výkonnost je srovnatelná.

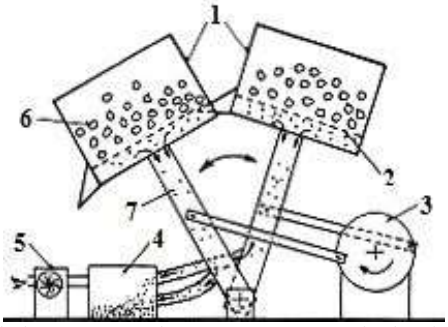


1 přísun surových šišek čelním nakladačem, 2 příjmová násypka, 3 dávkovač, 4 tunel luštírny, 5 nekonečný pásový dopravník, 6 šikmý dopravník, 7 vzduchotechnika, 8 topné těleso, 9 bubnový vytloukač šišek, 10 odkřídlovačka, 11 bubnové síto, 12 třídička osiva, 13 cyklon (ukládání odpadu)

Obr. 7.8. Schéma tunelové luštírny

Mechanickou luštírnou je vytřásač modřínových šišek, vynalezený a do provozu zavedený na přelomu 50. a 60. let 20. století ing. Josefem Kalábem, pracovníkem Výzkumné stanice VÚLHM Křtiny. Předsušené modřínové šišky se nasypou do kovového bubnu, podélně rozděleného vodorovně uloženou děrovanou deskou (sítem). Po uzavření násypného otvoru se buben, upevněný na rameni, začne předozadně pohybovat v amplitudě asi 80 cm, tím se šišky uvnitř bubnu třou o sebe navzájem a o stěnu bubnu. Po 30 minutách jsou šupiny šišek, natolik obroušeny, že semeno vypadává. Vytřásačem lze získat až 80 % nepoškozených semen, zatímco principy do té doby používané (drcení šišek)

poškozovaly přes 50 %. Tento jednoduchý, funkční mechanismus vyřešil problém, jak získat z modřínových šišek přijatelně poškozené semeno.



1 vytřásací bubny, 2 sítové dno, 3 excentr, 4 zásobník osiva a příměsí,
5 vývěva, 6 šišky, 7 uvolněná semena a příměsi

Obr. 7.9. Kalábův vytřásač modřínových šišek

7.2.2. Hlavní fyzikálně technické parametry osiva

Znalost parametrů osiva je významná pro provoz i konstrukci strojů pro zpracování a výsev osiva. **Parametry osiva** jsou z pohledu lesního semenářství: rozměry (tvar), hmotnost, charakter povrchu, aerodynamické vlastnosti.

Rozměry a tvar semen. U semen se rozeznávají tři rozměry: délka (*a*), šířka (b) a tloušťka (*c*), udávající nejmenší rozměr semene. Rozměry semene v přírodním stavu (**neodkřídleného**) a semene upraveného (**odkřídleného**) se výrazně liší, viz tab. 7.1. Dalším rozměrovým parametrem semen je **tvarový koeficient semene** f_t podle kterého se semena rozlišují na dlouhá (ft<0,2), podlouhlá (ft>0,2) a kulatá (ft≅0,0).

$$f_t = \frac{(a-r)+(b-r)+(c-r)}{3.r} \; ; \qquad r = \sqrt[3]{a.b.c}$$

r ... geometrický průměr semene [mm]

Dřevina	rozměr	Neodkřídlená	Odkřídlená
smrk	délka	12,5	4,3
	šířka	5,9	2,2
	tloušťka	1,5	1,5
borovice	délka	17,7	3,9
	šířka	4,9	2,4
	tloušťka	1,7	1,4
modřín	délka	12,7	5,0
	šířka	5,2	2,9
	tloušťka	1,9	1,5

Tab. 7.1. Příklady rozměrů vybraných druhů semen [mm]

Hmotnost semen se v praxi udává ve vztahu k jejich množství – **objemová hmotnost** m_o (g.dm^{-3}), **hmotnost 1000 ks semen** m_s (g.1000 ks^{-1}) a **počet semen v 1 kg osiva** n_k (ks.kg^{-1}). Údaje o hmotnosti semen jsou důležité pro školkařství, kde jsou používány pro nastavení secího stroje při osévání záhonů.

Dřevina	Hmotnost			Počet kusů v 1 kg
	m_o (g.dm^{-3})	m_o (g.dm^{-3})	m_s (g.1000 ks^{-1})	n_k (ks.kg^{-1})
	s křídly	odkřídlená	odkřídlená	odkřídlená
smrk	170,0	470,0	8,0	125 000
borovice	120,0	480,0	7,0	150 000
modřín	310,0	420,0	6,0	165 000

Tab. 7.2. Orientační hmotnostní parametry vybraných druhů semen

Povrch semen. Tato vlastnost semen je charakterizována mikroreliéfem a drsností povrchu semen, které ovlivňují síly tření semen o podložku a vnitřní tření v osivu. Jsou vyjádřeny koeficienty tření a úhlem přirozené sklonitosti. **Koeficienty tření** rozlišujeme u osiva dvojí:

- **statický koeficient tření** f_{st} je určen tangentou úhlu sklonu podložky β, při kterém se semeno položené na podložce, začíná sunout

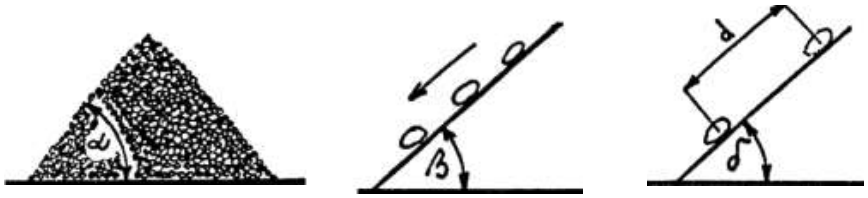
$$f_{st} = tg\beta$$

- **dynamický koeficient tření** f_{dyn} je odvozen z velikosti úhlu sklonu plochy δ, na které je semeno v pohybu (sune se) a z velikosti rychlosti tohoto pohybu. Rychlost pohybu se uvažuje rovnoměrná a počítá se jako prostý podíl uražené dráhy a spotřebovaného času

$$f_{dyn} = tg\delta - \frac{2.d}{g.t^3.\cos\delta}$$

d …délka dráhy (m), t…čas potřebný na uražení této dráhy (s)

- **úhel přirozené sklonitosti** (sypný úhel) α je úhel, který svírá plášť kužele vytvořeného volně sypaným semen, s rovinou vodorovně uložené podložky.



sypný úhel úhel statického koef. tření úhel dynamického koef. tření

Obr. 7.10. Parametry pro posuzování povrchu semen

Dřevina	Statický koeficient tření f_{st} na oceli		Dynamický koeficient tření f_{dyn} na oceli		Úhel přirozené sklonitosti α (°)	
	s křídly	odkřídlená	s křídly	odkřídlená	s křídly	odkřídlená
smrk	0,75	0,61	0,40	0,25	45	32
borovice	0,52	0,42	0,36	0,35	41	25
modřín	0,69	0,53	0,44	0,38	35	30

Tab. 7.3. Základní veličiny charakterizující vlastnosti povrchu semen

Aerodynamické vlastnosti charakterizují pohyb částic ve vzdušném prostředí, a jsou závislé na komplexu fyzikálních vlastností částic semen i příměsí. Těmito vlastnostmi je zejména hmotnost, rozměry, tvar, charakter povrchu. Aerodynamické charakteristiky osiva se využívají při **čištění a třídění osiva** a **sledování procesu výsevu semene**.

Elementární teorie pohybu semene ve vzdušném proudu je zaměřena na stanovení kritické rychlosti vzduchu, unášejícího semeno konkrétní dřeviny. Teorie je obecně platná a aplikovatelná pro každou částici unášenou vzduchem, nikoliv pouze pro semena. Teorie zjišťování kritické rychlosti vzduchu vychází ze základního faktu, že semeno je umístěno ve svislém vzhůru proudícím vzdušném proudu a z předpokladu, že za této situace působí na semeno **dvě síly**:

- **síla *G***...svisle působící tíha semene ve smyslu gravitace:

$$G = m.g \qquad [N]$$

- **síla *R***... vztlaková síla vzdušného proudu:

$$R = k.S\frac{g_v}{g}v^2 \quad [N]$$

kde: k ...součinitel aerodynamického odporu částice (semene), S ...plocha příčného průřezu (m^2), γ…měrná hmotnost vzduchu ($kg.m^{-3}$), v…relativní rychlost částic v proudu vzduchu ($m.s^{-1}$), $v = v_v - v_s$, v_v …rychlost proudění vzduchu, v_s…rychlost pohybu semene v prostoru

Existují **tři alternativy stavu semene ve vzdušném proudu**

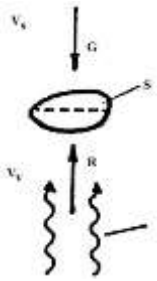
$R < G$ ...semeno klesá

$R > G$ ...semeno je unášeno

***R = G* ...semeno se vznáší** ⇒ příslušná hodnota rychlosti vzduchu = **rychlost kritická v_{krit}**

$$G = k.S\frac{g_v}{g}v_{krit}^2 \qquad \Rightarrow \qquad v_{krit} = \left[\frac{G.g}{k.\gamma.S}\right]^{1/2} \qquad [\mathrm{m.s^{-1}}]$$

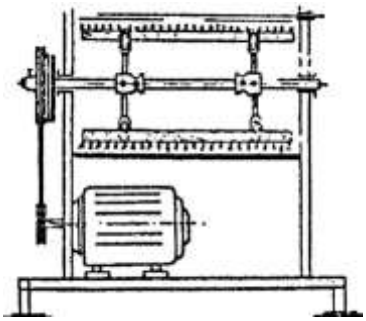
Kritická rychlost je charakteristická vlastnost daného semene (mění i v rámci jedné dřeviny v závislosti na průměrné velikosti, hmotnosti či vlhkosti osiva) = **základ pro čistění a rozdělování semene proudem vzduchu**. Tento závěr lze učinit za předpokladu, že jednotlivé složky semenné směsi (semena a příměsi) mají natolik odlišné aerodynamické vlastnosti, že se v proudu vzduchu určité nastavené rychlosti chovají výrazně odlišně (lehčí částice odlétají, těžší částice klesají).



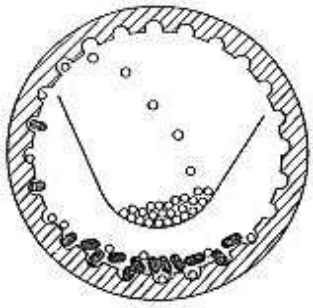
Obr. 7.11. Princip zjišťování kritické rychlosti

7.2.3. Technika pro úpravu osiva

Úprava osiva v semenářském závodě je aktuální zejména u semen jehličnatých dřevin. Surovou semennou směs (semeno klíčivé, neklíčivé, příměsi) vycházející z luštírny je nutno dále zpracovat odkřídlením a rozdělit, tj. zbavit nežádoucích příměsí (čistit), přetřídit do jednotlivých frakcí, případně jinak upravit, aby bylo odběrateli poskytováno osivo čisté a vysoce klíčivé. **Odkřídlování osiva se** děje v odkřídlovacích strojích, které jsou na principu mechanického čechrání dávky semene ve vodorovně uložených nádobách válcového tvaru, kde se čechráním a třením osiva o stěnu nádoby křidélka ze semen odlamují a zpravidla pneumaticky jsou ze semenné směsi odstraňována. Nádobami prochází v jejich podélné ose hřídel, na níž jsou upevněny vlastní odkřídlovací nástroje: palce nebo kartáče, proto rozlišujeme **odkřídlovačky palcové a kartáčové**. V semenářských provozech jsou používány odkřídlovací stroje pracující kontinuálně.



Obr. 7.12. Kartáčová odkřídlovačka



Obr. 7.13. Princip jamkového triéru

Hlavní provozní způsoby rozdělování semenných směsí jsou

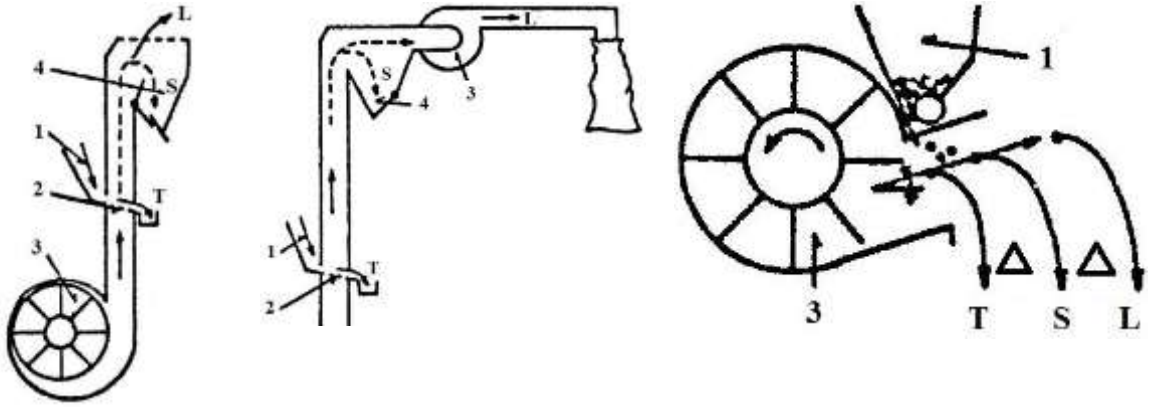
a) podle rozměrů částic v semenné směsi

- **proséváním** jsou semena oddělována ze semenné směsi:
  - podle šířky sítem s kulatými otvory
  - podle tloušťky sítem s podélnými otvory

- **na jamkových plochách** (jamkových triérech viz obr. 7.13) jsou od sebe oddělovány částice jinak těžce oddělitelné, tj. podle délky. Částice zapadají do kalibrovaných jamek ve vnitřní části pláště bubnu, který se otáčí, částice jsou unášeny, posléze vypadávají, dříve vypadávají částice dlouhé, částice krátké vypadávají později a jsou zachycovány ve sběrném žlabu.

b) vzdušným proudem ve vzduchovém separátoru

Vzduchový separátor (fukar) se skládá se z ventilátoru, vzduchového kanálu, vstupního zařízení a usazovacích komor. Semena i příměsi jsou proudem vzduchu v závislosti na své hmotnosti i aerodynamických vlastnostech unášena různě daleko a jednotlivé frakce oddělovány do komor. Separátory jsou dvojí koncepce: se **svislým vzduchovým proudem** a se **šikmým vzduchovým proudem**. Separátor se svislým proudem vzduchu je dokonalejší než separátor s proudem vzduchu šikmým, neboť umožňuje přesnější oddělování jednotlivých složek směsi od sebe. V současnosti je separátor zpravidla součásti čistícího stroje na osivo.



1 zásobník, 2 přepadové sítko, 3 ventilátor, 4 usazovací komora, L lehké částice, S středně těžké částice, T těžké částice
svislý vzdušný proud tlačný svislý vzdušný proud odsávaný šikmý vzdušný proud tlačný

Obr. 7.14. Vzduchové separátory osiva (fukary)

c) podle třecích vlastností

- závitové překulovače
- plátnové překulovače
- kotoučové překulovače

Tyto stroje jsou zpravidla využívány pro rozdělování semenných směsí osiv v zemědělství.

d) podle povrchových vlastností

- elektromagneticky, kdy se do semenné směsi přimíchá magnetický prášek, který ulpí na povrchu vrásčitých semen, jež se tak stávají magnetická a jsou ze směsi oddělována elektromagnetickým válcem
- sametovým válcem, na kterém ulpívají semena vrásčitá.

Pomocí těchto vlastností jsou od sebe oddělovány částice hladké od vrásčitých.

e) podle měrné hmotnosti

- pneumatickým třídicím stolem, který sestává ze šikmo uloženého rámu pokrytého jemným sítem (vlastní stůl), přes které ze spodu nahoru proudí vzduch a nadnáší částice směsi sypané na horní okraj stolu. Samotný stůl při práci vibruje a kombinací tří principů (aerodynamika, vibrace a gravitace) jsou semena velmi přesně rozlišena do několika frakcí. Známý je stroj Wibragen, založený na tomto principu.
- flotací (máčením) – tento princip oddělování semen ve vodní lázni využívá různých hygroskopických vlastností složek směsi. V lesním semenářství se používá při získávání vysoce klíčivého osiva modřínu, jsou však známy i poměrně neobvyklé metody, kdy je při flotaci semeno zároveň nakličováno a následně pomocí speciálních flotačních secích strojů, schopných nabírat semeno z vodní lázně, vyséváno.

Moderní semenářské stroje takřka vždy využívají **kombinace dvou a více principů čištění a třídění semenných směsí** za sebou (např. vzduchový separátor, soustava válcových a rovinných sít, jamkový trier, ap.). Tím zaručující dosažení vysokých kvalitivních parametrů osiva. K tradičním strojům v českém lesním semenářství patří:

Palcová odkřídlovačka (Německo) – v hladkém ocelovém válci rotují čtyři ocelové hřebenové lišty. Procházející osivo je jimi čechráno při průchodu válcem a tím dochází k odlomení křidélek. Frekvence otáček se řídí variátorem od 3,6 do 6,6.s-1. Prach a ulomená křidélka jsou odsávána, semena zbavená křidélek jsou odváděna do čističky.
Aspiratér SK-14 (ČR) – stroj k čištění okřídleného semene ve stavu, jak je získáno z luštících komor. Stroj pracuje na základě spojení dvou principů, využití tří řad rovinných sít o různé propustnosti a pomocí proudu vzduchu (odsávání) zbavuje směs osiva nežádoucích příměsí (šupin, jehličí, prachu).
Stroje Petkus-Super K-541 a Petkus Gigant K-531/1 (Německo) jsou původně zemědělské semenářské stroje, upravené pro potřeby lesního semenářství. V nich se semena ještě předčišťují na prosévacích sítech (2 řady), odsáváním lehkých příměsí a pomocí třídících válců (jamkových triérů).
Čistička Kamas LA-LS (Švédsko) – pracuje na podobném principu jako předchozí stroje. Používá se pro semena s nižší hmotností. Pracuje přesněji, je vybavena elektromagnetickým dávkovačem osiva.
Stroje pro předosevní třídění osiva – využívají principů tlakového vzduchu, vibrací a různého úhlu sklonu třídícího stolu (Wibragem), umožňující třídit vyčištěné osivo do jednotlivých frakcí dle absolutní hmotnosti semen (zpravidla do pěti frakcí). Třídička Kamas typu LAK se uplatňuje pro zpracování partií semen o menších hmotnostech.
Magnetická třídička Petkus K-295 (Německo) se používá k odlučování nežádoucích příměsí z osiva nebo jiných druhů semen.

8. TECHNIKA A TECHNOLOGIE V LESNÍCH ŠKOLKÁCH

8.1. Zakládání školek

Zakládání lesních školek je činností vykonávanou v současnosti zřídka, neboť stávající kapacita školek potřebu sadebního materiálu v LH ČR víceméně pokrývá. Přesto je třeba se seznámit se základními kroky, jež je nutno při tom vykonat. Při zakládání školky pro pěstování sadebního materiálu v minerální půdě je možno zachovat rámcový metodický postup, lišící se až v návrhu na přípravu vyhlédnuté plochy podle toho, zda se jedná o půdu lesní či nelesní. Na lesní půdě je počet operací a jejich skladba jiná, protože vyžaduje odlesnění budoucích produkčních celků, po kterém následuje kvalitativně náročný soubor operací přípravy půdy.

8.1.1. Základní kritéria pro posouzení vhodného místa budoucí školky

Základními kriterii jsou zejména:

- kvalita půdy (mechanické vlastnosti půdy, hloubka půdního profilu, půdní typ, hladina spodní vody, půdní reakce, obsah humusu a živin v půdě)
- konfigurace terénu (rovinatý terén do sklonu 4-5 %)
- vodní zdroj (dostatečnost a kvalita vody)
- energetické přípojky (zejména elektrické energie)
- komunikační přístupnost
- prostředí (vydatnost srážek, délka vegetačního období)
- ostatní podmínky (průměrná rozvozní vzdálenost).

8.1.2 Pracovní činnosti při zakládání lesních školek

Pracovní činnosti při zakládání lesních školek rozdělujeme do skupin:

- přípravné práce
- projekční a vytyčovací práce (školka je stavba, proto je nutno se řídit požadavky stavebního zákona a při odlesnění i lesního zákona)
- příprava staveniště
- vlastní zakládání školky:
  - plošná úprava pozemku budoucí školky včetně základní přípravy půdy
  - výstavba technologického a sociálního zařízení (komunikace, budovy, oplocení, závlahy, přípojky energií).

Operace související s plošnou úpravou pozemku pro potřeby školkařského provozu

- skrývka ornice a její uložení na úložiště
- srovnání reliéfu povrchu terénu dozerem
- zpětné navážení ornice
- hrubá příprava půdy.

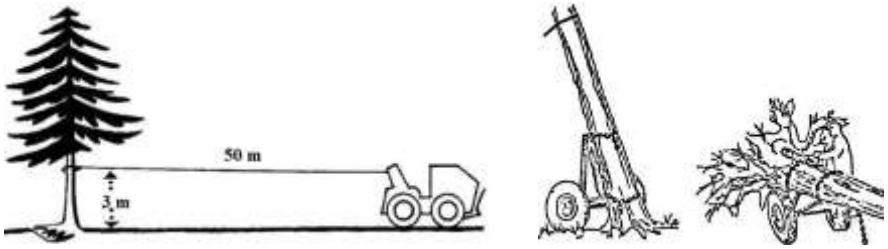
8.1.3. Zakládání školek na lesních půdách

Rekognoskace místa s určením skládek a vytýčení potřebné komunikační sítě, která bude sloužit k realizaci těžebního zásahu. Příprava pracoviště – prokácení linek, příprava skládek, vyznačení prvního těžebního zásahu. Pro likvidaci porostu možno zvolit dvě technologie:

- **klučení stojících stromů**
  - prostým tahem lanem navijáku
  - přes klučicí podvozek lanem navijáku
  - radlicí buldozeru, výložníkem čelního nakladače, ap.
- **klasickou těžbou s následným odstraněním pařezů**
  - mechanickým klučením
  - vystřelováním
  - kombinací obou způsobů.

Klučení stojících stromů lze použít zejména v jehličnatých porostech ve stáří okolo 50 let. Při vyvracení stromů tahem lana navijáku působí kmen stromu jako páka, znásobující silový moment lana navijáku na kořenový systém klučeného stromu. Pro zvětšení silových účinků lana navijáku lze použít silové kladky či kladkostroj. Klasickou těžbou zpřístupníme z boční strany budoucí plochu školky, a to

nejlépe ve třech místech při délce strany 150 m a více. Z takto vytvořeného pracovního prostoru traktor vyvrací stojící stromy směrem k lince. Po vyvrácení několika stromů do volného prostoru je zpracuje těžební četa. K vyvracení stromů je možno použít kolesnu, která zvýší klopný moment, a usnadní i odtažení kmene s pařezem. V tenčích porostech v rovinatých terénech lze pro klučení stromů použít čelního nakladače, jehož drapák výložníku je opatřen trámcem, kterým může stroj tlačit na kmen v dostatečné výšce (cca 3 m), vyvrácený strom uchopený v drapáku může převážet a jeho z-vednutím usnadňovat odříznutí pařezu. Obdobným způsobem lze použít i dozer.



Modelová situace klučení stromů navijákem Použití kolesny

Obr. 8.1. Klučení celých stromů navijákem traktoru

Fáze prostého klučení stromů dozerem Klučení z valu Klučení radlicí s krakorcem

Obr. 8.2. Klučení celých stromů dozerem

Klučení pařezů radlicí dozeru se provádí tlakem radlice na patu pařezu současně s jejím zdviháním, čímž se pařez vyvrátí. Při nadměrném odporu je nutno kořeny radlicí přetrhnout (u pařezů nad 25 cm je přetnutí kořenů zpravidla podmínkou).

Klučení pařezů lanem navijáku se provádí po přesekání povrchových kořenů pařezu. Lano se provleče silovou kladkou, případně kladkostrojem a ukotví se ke kotevnímu pařezu. Ke kladce je připevněn lanový úvazek podvlečený pod pahýl přeseknutého kořenu v opačném směru, než kde se nachází kotevní pařez. Tahem lana se pařez překlápí nebo přetáčí a uvolňuje z půdy. Variantou je **klučení lanem navijáku s klučící trojnožkou**, kdy se po přerušení povrchových kořenů lano navijáku provleče přes kladkostroj (tím se vícenásobně zvýší tažná síla lana – nutno respektovat dovolené max. napětí lana!) zavěšený na trojnožce nad pařezem. Řetězový úvazek kladkostroje se připevní k pahýlům kořenů na jedné straně pařezu, který se pak tahem lana vyvrátí.

Klučení pařezů trhavinou má varianty: příloží (kdy je trhavina přiložena na povrch pařezu a část tlakové energie exploze je nevyužita); náloží ve vrtaném otvoru (pracnější, ale efektivnější způsob); a „na výhoz“ (kdy je nálož vkládaná do vrtaného otvoru pod pařez, který je explozí uvolněn celý, a ne rozstřelený, jako v předchozích případech). K použití trhavin je nutné střelmistrovské oprávnění pro trhací práce malého rozsahu.

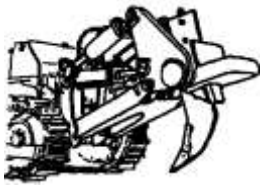
1 úvazek, 2 silová kladka, 3 lano navijáku, 4 kotevní pařez trojnožka fréza Vermeer čelní klučka na dozeru

Obr. 8.3. Některé způsoby klučení pařezů

Klučení pařezů zubovými klučícími adaptéry má dvě varianty podle umístění adaptéru (úzké specielně tvarované radlice na přídi, nebo rozrývače – ripperu na zádi) na dozeru. Mimoto existují klučky, které jsou zasunovány pod pařez a kombinací vertikálních a horizontálních sil je pařez vyvrácen. Z tuzemských adaptérů jsou pro klučení pařezů použitelné zubové rozrývače BDU-75 R nebo PH6-007 nesené na zádi pásových traktorů nebo dozerů.

Vyvrtávání nebo rozmělňování hmoty pařezu umožňuje princip traktorem neseného dutého vrtáku o průměru 600 mm vyvrtávajícího válec zeminy včetně pařezu (Elletari), pro rozmělnění hmoty pařezů slouží speciální na traktorech nesené fréz s vertikálním nebo horizontálním směrem otáčení (Elletari, Vermeer, Willibald). Jen pro odstranění nadzemní hmoty pařezu jsou používány frézy nesené na traktorech (Willibald RF 700, SF 1100, Rayco, Meri). Novým principem je dlabací adaptér Becker Bulligny nesený na výložníku bagru rozmělňující přímočarým pohybem nástroje pařez i s kořeny.

Zubová radlice

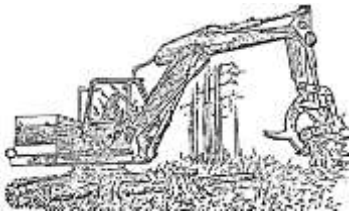

Rozrývač, ripper na zádi dozeru

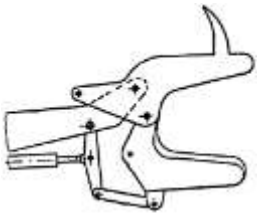
Elletari, dutý vrták

Elletari, roztřískovací fréza

Obr. 8.4. Zařízení na klučení pařezů

Klučení speciálními klučícími adaptéry na výložnících bagrů se používá při rozsáhlém klučení pařezů při odlesňování pro výstavbu a při celoplošné těžbě pařezů k energetickým účelům. Jednodušší variantou je použití trhacího zubu na hydraulickém rypadle, kterým se pařez pouze vytrhne; složitější variantou je použití speciálního nástroje, sloužícího nejen k vytrhnutí pařezu, ale umožňujícího i odstříhání kořenů, rozstřihnutí velkého pařezu před vytrhnutím, případně umožňujícího pařez částečně zbavit zeminy oklepáním vibracemi nástroje. Pracovní výkonnost je až 90 pařezů za hodinu, při tloušťce pařezů 35 cm. Používanými stroji jsou KH-120, Kockums-Herkules, Pallari Stump Harvester).


Pallari Stump Harvester


Nástroj Pallari harvesteru

Trhací zub

Obr. 8.5.1. Klučení pařezů adaptéry na bagrech

Hlavice se čtyřmi rameny opatřenými ostřím pro přerušení kořenů a dělení pařezů.

Zahnutí ramen umožňuje uchopení pařezů ve spodní části a následné sevření.

Po vytažení pařezu jsou střídavě uvolňována ramena a zemina vypadává pod pařez.

Současné vyklepání a otáčení hlavice pro dokonalé zbavení pařezů půdy.

Před uložením na hromady je pařez již dokonale zbaven zeminy.

Pařezy jsou ukládány do hromad.

Obr. 8.5.2. Dobývání pařezů čtyřramennou klučicí hlavicí

Novým prostředkem pro dobývání pařezů je finská **čtyřramenná klučicí hlavice.** Základním strojem je bagr o hmotností 20 t a výše, což je nutné pro jeho stabilitu při vytahování pařezů z půdy, zejména obsahuje-li větší podíl skeletu. Hlavice je zavěšena na rotátoru a má dálkové ovládání 4 ramen, která jsou na konci zahnuta tak, aby při sevření ramen okolo pařezu zahnuté konce obepnuly pařez ve spodní části. Tahem směrem vzhůru je pařez vytažen do výšky cca 1 metr. Postupně jsou jednotlivá ramena hlavice stranově roztahována a svírána, tím se postupně uvolňuje zemina a kameny ze spodních prostor mezi kořenovým systémem. Zemina dopadá do místa po pařezu a plocha je zarovnána. Pařezy jsou postupně rozděleny na 3 – 4 části, tím ještě odpadne zbývající zemina z kořenů. Po rozevření všech ramen jsou části pařezu ukládány na hromady v dosahu hydraulického výložníku. Poslední operací je vyvezení pařezů forwarderem z hromad na složiště podél odvozních cest. Před zimou jsou pařezy z horní strany přetaženy ochrannou plachtou, která je proti větru zatížena těžebními zbytky. Překryv plachtou je tam po celou dobu a zabraňuje provlhnutí skládky pařezů, která postupně z obou stran prosychá. Délka doby uložení pařezů na skládce je určena termínem, ve kterém mají části pařezů vlhkost 30 %. Poté jsou pařezy rozštěpkovány a v kamionech odvezeny do spalovny.

Charakter plochy po vyvrácení stromů i po klučení pařezů je přibližně stejný, jen v případě dobývání pařezů trhavinami je ještě nutné **vyčesáváním kořenů**, ke kterému se používají dozery s prstovými radlicemi, nebo těžké pásové traktory se speciálním nářadím. Před **hrubým urovnáním terénu** po vyvrácených pařezech, je nutné skrytí zeminy – ornice, protože nelze připustit, aby se do jam po pařezech nahrnula úrodná svrchní vrstva půdy. Po zahrnutí jam po pařezech následuje srovnání terénu s rovnoběžným rozvrstvením kulturní vrstvy půdy, vyčesávání kořenů, vláčení těžkými branami, dle potřeby i sběr kamene. Po hrubé přípravě půdy se provede rozčlenění plochy na budoucí pracovní tabule a vloží se síť cest. **Soustava strojů pro základní přípravu plochy školky** tvoří

- kolové traktory s lesnickou výbavou
- motomanuální prostředky – krovinořezy a motorové pily
- vhodný typ dozeru s klučící a zemní radlicí, nebo čelní nakladač, klučící trojnožka, vyvracecí kolesna, ap.
- vyčesávač kořenů na dozeru
- těžké radličné pluhy s hloubkou záběru 70 cm
- širokozáběrový smyk.

8.2. Produkce prostokořenného sadebního materiálu

8.2.1. Příprava půdy

Základní způsoby přípravy půdy

Mechanická příprava půdy v lesních školkách zlepšuje její fyzikální i chemické vlastnosti, potlačuje plevele, zvětšuje zásoby vláhy v půdě, zlepšuje její strukturu a tím ovlivňuje příznivě klíčení semen i vývoj sazenic. Rozeznáváme **dvě fáze přípravy půdy**

- **hrubou (základní) přípravu**
- **jemnou přípravu.**

Hrubá příprava půdy zahrnuje orbu s jejími **třemi základními účinky**: obracení, mísení, a rozdrobení ornice. Obracením se mění poloha vrstev ornice a zaklopuje se plevel na dno brázdy, mísením se promíchává hnojená vrstva s ostatními vrstvami ornice. Drobením se upravuje struktura a provzdušnění půdy. K orbě se používají pluhy, a to nejčastěji radličné, talířové nebo rotační rýčové.

Do hrubé přípravy půdy dále náleží **hloubkové kypření půdy**, které je důležité zejména na uléhavých půdách, ve kterých častými pojezdy strojů vzniká zhutněná tzv. podorniční vrstva, která se hloubkovým kypřením narušuje a prokypřuje. Hloubkové kypřiče jsou adaptéry tažené kolovými či pásovými traktory, jejich pracovními nástroji jsou svisle umístěné ocelové zuby (zpravidla 1 až 3 kusy), které jsou při práci zanořeny do půdy a pohybem vyvolaným tažením rozrývače narušují ulehlou vrstvu půdy. Princip rozrývačů je zřejmý z obr. 8.4. Prokypřením podorniční vrstvy může dojít k výraznému zlepšení půdních vlastností ve školce.

Zásady přípravy půdy orbou: orba má být provedena včas za příznivé vlhkosti půdy. Znakem příliš vlhké půdy jsou lesklé skývy, půda se maže a lepí na pluh. Naopak při orání příliš suché půdy se vylamují tvrdé hroudy, které se dalšími zákroky obtížně drtí. Jakost orby je ovlivňována především způsobem orby a její rychlostí (optimální 4-6,5 $km.h^{-1}$) a značný význam má i roční období jejího provedení. **Orba podzimní** je výrazně vhodnější než orba jarní. Provádí se univerzálními kolovými traktory 4x4 o příkonu min. 65 kW, a nesenými tříradličnými pluhy o šířce záběru 90 cm a výkonností cca 2,5 ha za směnu. Při použití dvouradličných otočných pluhů se šířkou záběru 46 cm je výkonnost 1,5 ha. Pluh může být opatřen před radlicí nožovým krojidlem nebo předradličkou. Podzimní orba poskytuje příznivější podmínky pro výsevy a školkování než orba jarní, protože zoraná půda je rozdrobena působením mrazů. Při orbě se zaorávají organická hnojiva (kompost, rašelina, zelené hnojení atd.) doplněná podle chemického rozboru o patřičné dávky minerálních hnojiv. Na lehčích půdách se oře do hloubky 25-30 cm, na těžších mělčeji (18-22 cm). **Jarní orba** není z hlediska agrotechnického příliš vhodná, ve školkách je trpěna jako nutnost. Při jarní orbě dochází zpravidla ke ztrátě vody z půdy a k tvorbě hrud. Pro jarní orbu se používá stejných pluhů jako pro podzimní, oře se však do hloubky max. 18 cm. Na půdách bez oddenkových plevelů lze jarní orbu nahradit frézováním do hloubky 18-22 cm.

Jemná příprava půdy navazuje na hrubou přípravu a vytváří optimální podmínky pro výsev semene a školkování semenáčků. Zahrnuje smykování, vláčení, prokypření, urovnání, a tvarování záhonů a na čerstvě připravených a lehčích půdách válení.

Smykování má za úkol především urovnat povrch půdy po orbě, rozdrobit hroudy a mírně stlačit povrch ornice. Nejvíce se osvědčuje smyk se zubatými lištami se záběrem 3,5 m a výkonností 6 ha za směnu. Výhodou jeho použití je možnost měnit úhel nastavení lišt podle stavu půdy. Dobré urovnání záleží na směru smykování, proto smykujeme vždy šikmo (nakoso) ke směru brázd.

Vláčení zabezpečuje urovnání a kypření povrchu ornice do hloubky 2-10 cm a vyvlačují se zbytky kořenů a plevele. Nejvhodnější jsou **brány hřebové** s celkovým pracovním záběrem 475 cm a výkonností 4-5 ha za směnu. Pro povrchovou úpravu, zapracování kompostů, hnojiv nebo zeleného hnojení, se používají **talířové brány** s pracovním záběrem 180 cm a výkonností 2-3 ha za směnu.

Kypření (kultivace) je operace, při níž se ornice nakypří, provzdušní, odplevelí, avšak neobrací. Osvědčené kypřiče (kultivátory) mají pérové slupice a kypřící radličky. Uplatňují se při povrchovém kypření, při zapracování průmyslových hnojiv do ornice a při vytahování plevelů. Pracovní záběr kultivátoru je 250 cm a výkonnost 5 ha za směnu.

Všechny tři popsané operace jemné přípravy půdy je možné částečně nahradit operací jedinou - frézováním (rotavátorováním).

Frézování je zkrácený způsob jemné přípravy půdy, kdy jedním zásahem upravujeme správnou strukturu, docilujeme promísení zpracované vrstvy a hnojiva ve stejnoměrné hloubce a urovnáme povrch připravované plochy. Používají se dva druhy strojů: **půdní frézy**, jejichž pracovní nástroje rotují v rovině svislé a rovnoběžné ke směru pojezdu, a **rotavátory**, jež mají pracovní nástroje (nože) uloženy na svisle uložené rotující hřídeli. Pracovní otáčky rotorů činí 120–240 min^{-1}. Stejnoměrné urovnání povrchu plochy umožňuje výškově nastavitelný kryt. Půda je zpracovávána do hloubky max. ca 25 cm. Pracovní záběr činí 160-250 cm a výkonnost 2-4 ha za směnu.

Součástí jemné přípravy půdy může být **obohacování půdy humusem** (rašelina, substráty), případně její přihnojování. Existují k tomu účelu určené stroje, případně lze použít strojů pro hnojení – viz kap. 8.2.5.

Válení utužuje a stlačuje povrch půdy, v níž lépe vzlíná voda. Na lehkých a nadměrně kyprých půdách (po frézování) se používá hladký válec s pracovním záběrem 150 cm s regulací váhy plněním vodou a s výkonem 2-3 ha za směnu.

Příprava půdy pro jarní výsev a školkování

Na jaře lze použít některou ze tří technologií přípravy ploch: tradiční (hrubá a jemná), zkrácenou nebo substrátovou.

Zkrácená jarní technologie má dvě varianty:

- s mělkou orbou, po níž následuje urovnání povrchu smykem, prokypření frézou se zapravením hnojiva, tvarování záhonů a případně uválení,
- bez orby, provede se náležité prokypření půdy kultivátorem, po rozhození hnojiva rozmetadlem následuje frézování půdy, tvarování záhonů a případně uválení.

Hloubka povrchového prokypření půdy je u výsevů cca 5 cm, u školkování 10 až 15 cm.

Základy teorie zpracování půdy

Většina pracovních nástrojů strojů pro přípravu půdy má základní tvar jednoduchého nebo složitého klínu. Funkci orebního tělesa lze sledovat zjednodušením jeho tvaru na jednoduchý trojstranný klín, u kterého rozeznáváme

- úhel elevační – drobicí (α)
- úhel obracecí (β)
- úhel radličný (γ).

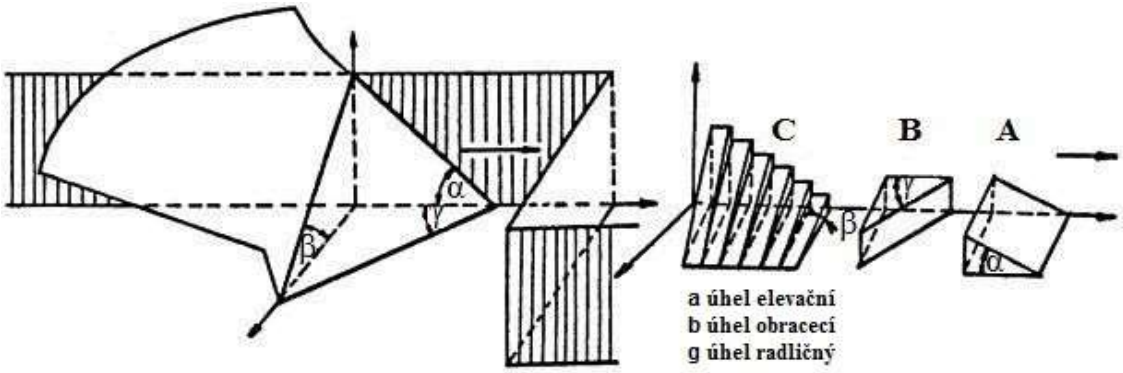
Pro znázornění jednotlivých funkcí lze trojstranný klín nahradit třemi jednoduchými dvojstrannými klíny:

klín A - pracovní plocha svírá se dnem brázdy elevační úhel α a je kolmá ke stěně brázdy. Půdu zvedá, drobí a kypří.

klín B - pracovní plocha je kolmá ke dnu brázdy a se stěnou svírá radličný úhel γ. Půdu odsouvá do strany, přičemž dochází k jejímu dalšímu drobení.

klín C - pracovní plocha svírá se dnem brázdy úhel β a je kolmá k bokorysné rovině. Pro obracení půdy je nutno, aby na ni působila soustava klínů C s narůstajícím úhlem β.

Půdní odpor při práci strojů na přípravu půdy půdou je popsán v kapitole 6.3.3.



Obr. 8.6. Náhrada tvaru radlice soustavou klínů

Charakteristika strojů pro přípravu půdy

Pluhy, jejich konstrukce a způsoby použití

Podle konstrukce orebního ústrojí dělíme pluhy na radličné, talířové a rotační. Podle dalších hledisek se rozeznávají pluhy jednoradličné a víceradličné, potažní, traktorové, nesené, přívěsné, jednostranné, oboustranné (otočné, obracecí), podle hloubky orby na podmítací (do 18 cm), orební (do 35 cm) a speciální.

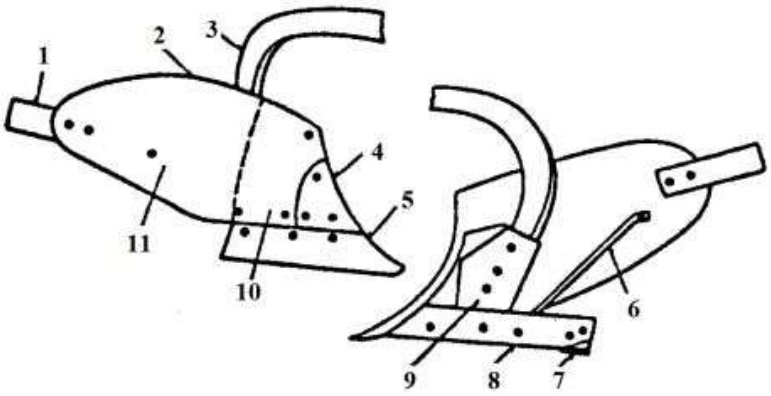
Radličný pluh se skládá z rámu, orebního ústrojí, pojezdového ústrojí, ovládacího a seřizovacího ústrojí a závěsu. **Radličné orební ústrojí** se skládá z činných částí - čepele a odhrnovačky a z pomocných částí - plazu (popř. s patkou), vzpěry, pera, slupice, předradličky a kotoučového krojidla. Čepel je řezná část radlice lichoběžníkového tvaru, odhrnovačka obrací a drobí skývu půdy odříznutou čepelí, pero prodlužuje křídlo odhrnovačky a zlepšuje obracení skývy. Slupice nese orebního těleso a

připevňuje jej k rámu. Plaz zachycuje boční tlaky a horizontálně pluh stabilizuje. Předradlička je malé orební těleso bez plazu před hlavním orebním tělesem a uplatňuje se při tzv. kulturní dvouvrstvové orbě. Krojidlo je umístěno před plužním tělesem. U radličných pluhů je nutné, aby byl pluh vybaven pojistkou proti přetížení. Podle způsobu obracení skývy se rozlišují **druhy orby**

- **celý obrat** - skýva je otočena o180°
- **luštění** - skýva je otočena o 90°
- **vzmet** - skývy jsou skloněny pod určitým úhlem v rozmezí 90 až 180° a leží jedna na druhé
- **kulturní orba** - orba s předradličkou.

Poměr šířky a hloubky brázdy, tzv. **orební poměr**, má činit nejméně 1,27; aby skýva nebyla labilní a nevracela se zpět do brázdy.

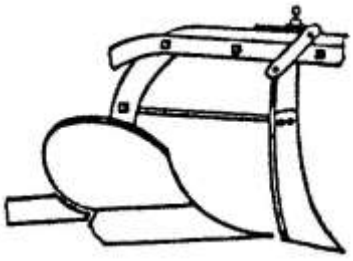
Talířové pluhy mají orební talíře uloženy otočně na hřídeli pomocí náboje připevněného na slupici připojené k rámu. Talíř půdu dobře drobí a zvedá, avšak skývu špatně obrací. Proto ke každému talíři přináleží pevná odhrnovačka, která zvednutou skývu překlopí a zároveň čistí talíř od ulpěné půdy.



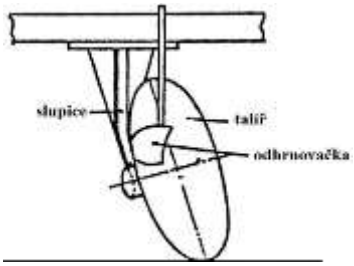
1 pero
2 odhrnovačka
3 horní slupice
4 výměnná část odhrnovačky
5 čepel
6 vzpěra
7 patka plazu
8 plaz
9 spodní slupice
10 hruď odhrnovačky
11 křídlo odhrnovačky

Obr. 8.7. Názvosloví radličného pluhu

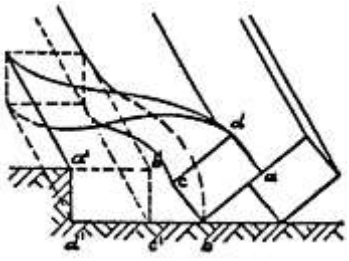
Rotační rýčové pluhy jsou vybaveny tvarovanými noži umístěnými na vodorovné poháněné hřídeli kolmé na osu pojezdu, jsou tedy principielně podobné půdním frézám. Odlišují se od nich nižšími otáčkami rotoru, do 120 min^{-1} a větší hloubkou možného zpracování půdy, až 40 cm. Výhodou rýčových pluhů je, že výsledné zpracování půdy je svou kvalitou obdobné klasickým víceoperačním postupům. Pracovní hloubka činí až 45 cm. V našich školkách jsou používány např. rakouské rýčové pluhy Spama.



Obr. 8.8. Pluh s nožovým krojidlem



Obr. 8.9. Talířový pluh



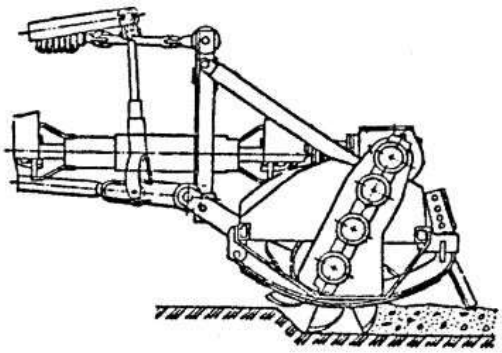
Obr. 8.10. Zkrucování půdní skývy orbou

Bubnové půdní frézy mají pracovní ústrojí tvořené frézovacím bubnem, který se skládá z vodorovné hřídele postavené kolmo ke směru jízdy, na níž jsou ve šroubovici připevněny nože ve tvaru L. Nože vykonávají při frézování půdy současně dva pohyby: přímočarý pohyb ve směru pohybu stroje (rychlost v_p) a rotační pohyb frézovacího bubnu (rychlost v_o). Podmínkou činnosti frézovacího bubnu je, aby poměr $v_p : v_o$ byl větší než 1 (obvykle je v rozmezí 5-15). Je-li tato podmínka splněna, je dráhou nože cykloida a nůž odřezává skývu půdy, kterou přitom drobí a odhazuje na kryt, kde nárazem dochází k druhotnému drobení. Pohon frézy je odvozen od vývodového hřídele traktoru, na jehož tříbodovém závěsu je obvykle nesena. Proti poškození nožů při nárazu na překážku slouží momentové spojky. Půdní fréza koná několik pracovních operací současně, jako kypření, zapracování kompostu a urovnání povrchu. Hloubka záběru je od 5 do 25 cm. Fréza se nemůže používat na kamenitých půdách,

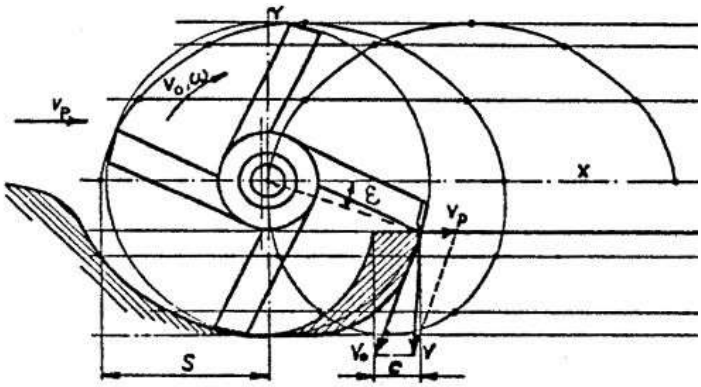
nesmí se používat na plochách s výskytem oddenkových plevelů (pýru), neboť by se plevel rozsekáním rozmnožil. Tloušťka odříznuté skývy c závisí na poměru $v_o : v_p$ a na počtu nožů po obvodu i a je vyjádřena vztahem

$$c = \frac{S}{i} = \frac{v_p.t}{i} = v_p \frac{2\pi}{i.\omega} = \pi.D\frac{v_p}{i.v_o} \qquad [\text{m}]$$

kde: S ...dráha ujetá frézou za čas jedné otáčky nože (m), i ...počet nožů po obvodu bubnu,
v_o; v_p...obvodová a pojezdová rychlost (m.s^{-1}), ω...úhlová rychlost (rad.s^{-1}), D ...průměr bubnu (m)



Obr. 8.11. Bubnová půdní fréza



8.12. Dráha pohybu nože frézy v prostoru - cykloida

Adaptéry pro úpravu celoplošně zpracovaných ploch

Smyky se rozlišují na trámové, prstencové, deskové a kombinované, obvykle tažené traktorem. Při smykování se postupuje diagonálně (pod úhlem 30-40 ° k okraji pozemku).

Brány se rozdělují podle konstrukce a způsobu práce pracovních částí na

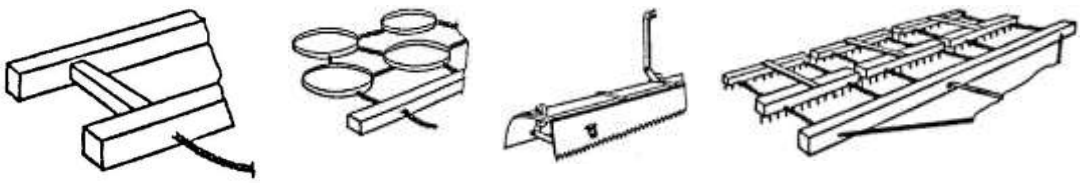
- brány s nepohyblivými pracovními orgány (např. hřebové)
- brány s pohyblivými pracovními orgány (např. talířové)
- brány s poháněnými pracovními orgány (např. rotační, kývavé).

Válce mají pracovní nástroje buď jednodílné hladké či rýhované, nebo dělené, kotoučové uložené v rámu. Kombinované kotoučové válce (cambridgeské) se skládají z hladkých a ozubených kotoučů umístěných střídavě na hřídeli rámu válce a používají se na drobení hrudkovitého povrchu půdy.

Kypřiče (**kultivátory**) mají nejčastěji pracovní nástroje v podobě radličky, připevněné slupicí k rámu. Nejčastější tvar radličky je dlátovitý nebo šípovitý.

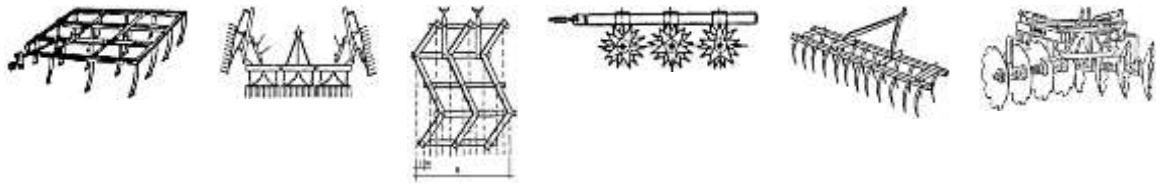
Kombinátory jsou agregáty několika adaptérů (např. kypřič, zubový smyk a prutový válec) vykonávajících při jednom pojezdu dvě a více operací současně.

Vyznačovač záhonů je nářadí nesené na zádi traktoru, sloužící k vytváření typického příčně vyrovnaného profilu záhonu v lesní školce (vyvýšené těleso záhonu tvaru lichoběžníka s pěšinami po obou stranách), částečně je přitom vyznačován i podélný profil záhonu. Lze jej použít i k rozprostření navezených substrátů na povrchu záhonů. Vyznačovač je nepoháněný, vyznačování probíhá jen vlivem jeho tažení traktorem.



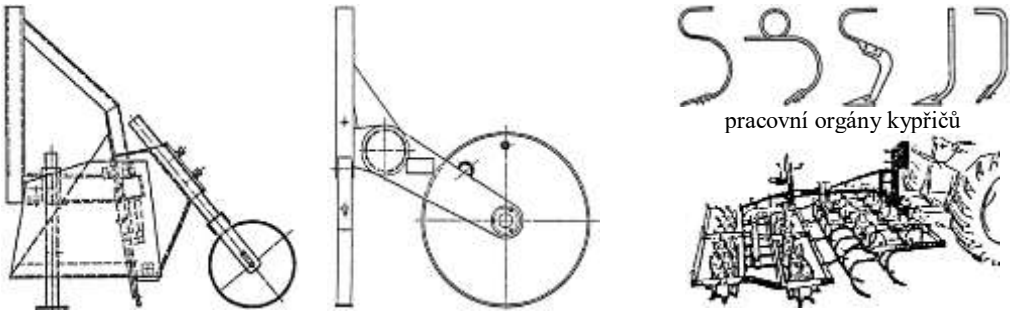
trámový řetězový zubový hřebový

Obr. 8.13. Půdní smyky



radličkové hřebové hvězdicové prstové talířové

Obr. 8.14. Brány



tvarovač záhonů PK3-012 půdní válec P85-020 pracovní orgány kypřičů kombinátor - pérový kypřič + prutový válec

Obr. 8.15. Stroje pro jemnou přípravu půdy

8.2.2. Výsevy

Zásady provádění výsevů na záhonech

Na záhonech jsou v našich i zahraničních školkách nejobvyklejší výsevy proužkové a řádkové, v poslední době se opět začínají uplatňovat i **plnosíje**. Běžný je výsev do proužků o šířce 5 cm a řádků (rýžek) o šířce do 2 cm, vedených rovnoběžně s delší stranou záhonu. Hloubka řádků a proužků se řídí půdními poměry, požadovanou výškou zásypky, vlastnostmi osiva a závlahovými možnostmi. Příčný profil řádků a proužků vytvořených v povrchu záhonu má být lichoběžníkový. Vyseté semeno musí být rovnoměrně rozmístěno v proužcích či rýžkách, a podle druhu semene musí být dodržena správná hloubka výsevu.

Secí stroje používané v lesních školkách se dělí na **mobilní** (ruční, traktorové, samochodné), **stacionární**, **speciální**, **univerzální**, **širokosecí**, **proužkové**, **řádkové**, **přesné** (s přesně definovaným rozmístěním jednotlivých vysetých semen), s výsevovým ústrojím mechanickým (válečkové, lžičkové, trkačové, páskové) nebo **pneumatickým** (podtlakovým nebo přetlakovým), s **pohonem výsevového ústrojí závislým** nebo **nezávislým** na rychlosti pojezdu, s plynule nebo stupňovitě stavitelnou výsevovou dávkou atd. Nejčastěji jsou používány mobilní secí stroje polonesené, s mechanickým válečkovým výsevním ústrojím (s horním výsevem) poháněným hydraulicky nebo mechanicky od pojezdových kol. Semeno je uloženo v zásobníku, který může být opatřen čechračem a výsevovým ústrojím je předáváno do semenovodů, které je dopravují do secích botek vytvářejících rýžku v půdě, případně semeno padá přímo do rýžek (proužků) vytvořených v půdě vyznačovacím válcem.

Základním úkolem každého secího stroje je umístit semena bez poškození do růstového substrátu v předepsaném množství, sponu, hloubce uložení. To platí jak u výsevů na záhony, tak i u výsevů do pěstebních obalů. U záhonových výsevů jsou nejobvyklejší výsevy proužkové a řádkové, začínají se opět uplatňovat ve větším měřítku i plnosíje. Běžný výsev na záhonech probíhá do proužků o šířce 5 cm a řádků (rýžek) o šířce do 2 cm, vedených rovnoběžně s delšími stranami záhonů. Tzv. plnosíje bývá řešena jako soustava osetých rýžek s rozestupem ca 2-3 cm. Hloubka řádků a proužků se řídí půdními poměry, požadovanou výškou zásypky, vlastnostmi osiva, závlahovými možnostmi, apod. Příčný profil řádků a proužků je lichoběžníkový – tím je bráněno sesouvání jejich stěn před osetím.

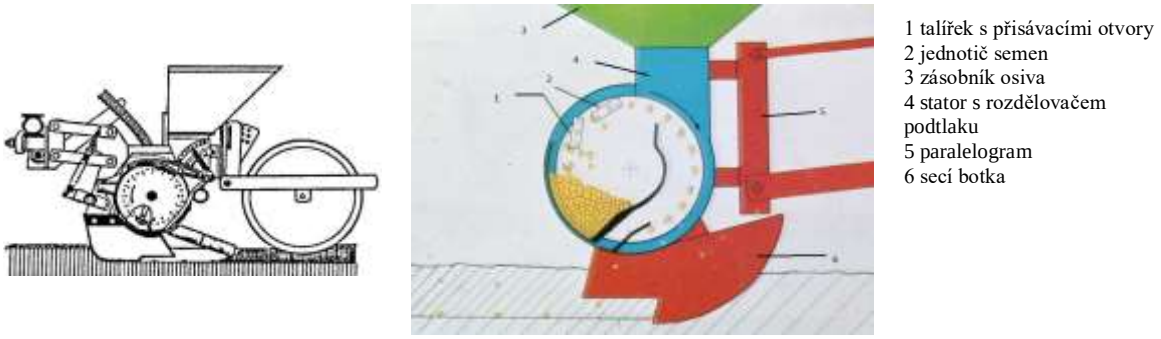
Vyseté osivo má být tedy každým secím strojem rovnoměrně a v optimálním množství rozmístěno po osévané ploše. Zpravidla se tento požadavek vyjadřuje stanovením počtu semen na jednotku plochy (cm^2, bm záhonu, bm proužku, apod.). Tento požadavek secí stroje zpravidla zaručují, horší je to však

již se skutečnou rovnoměrností rozmístění semen, která mohou být (a často běžnými secími stroji i jsou) rozmístěna v hloučcích či jsou příčně sesypána k okrajům proužků s hladkým dnem vytvořených v půdě secím ústrojím, atp. Nerovnoměrně rozmístěná semena způsobují nestejnou velikost růstového prostoru jednotlivých semenáčků a tím se přispívá k nerovnoměrnosti jejich růstu. Proto jsou i u standardních secích strojů jednotlivými výrobci používány principy zvyšující plošnou pravidelnost výsevů. Jedním z těchto principů je vytvoření proužků ze souboru několika (3 až 5) rýžek, nebo výše zmíněná tvorba plnosíjí soustavou paralelních rýžek, čímž je zlepšena příčná rovnoměrnost výsevu.

U **přesných secích strojů** je zaručeno, že vysoký podíl semen (min. 90 %, často i výrazně více) bude vyséván, tj. rozmisťován po jednom kuse do stanoveného sponu (např. čtverec, obdélník, trojúhelník) – tzv. jednosemenný výsev, a tím bude zajištěn pro jednotlivé semenáčky stejnorodý růstový prostor a semenáčky se budou vyvíjet rovnoměrněji. Technologie přesného výsevu na záhony mohou být jedním z racionalizačních opatření v lesních školkách, za určitých podmínek lze s jejich pomocí omezit pracné školkování semenáčků a nahradit je časově méně náročným podřezáváním kořenů semenáčků z přesných výsevů. Pro použití přesných secích strojů je ovšem nutno splnit důležitou podmínku, tj. mít osivo vysoké klíčivosti a čistoty (obojí by měly být vyšší než 95 %), jinak jsou přednosti přesného výsevu potlačeny nekvalitou osiva (Neruda, 1989).

Soudobé standardní **secí stroje s mechanickým výsevovým ústrojí** tvoří obdobné základní ústrojí, jako je podrobněji popsáno dále u secího stroje SEUN-7Z (tedy zásobník osiva, výsevové ústrojí, pohon výsevového ústrojí, semenovody, secí botky nebo vytlačovací válce a kola, atd.), tyto strojní celky se však liší svým provedením. Secí stroje této kategorie jsou zpravidla řešeny jako kompaktní (jednotlivé komponenty jsou zabudovány do základního rámu), semeno je uloženo v zásobníku, který může být opatřen čechračem. Výsevové ústrojí (zpravidla válečkové s horním výsevem, případně páskové) předává semeno v požadovaném množství ze zásobníku do semenovodů, které je dopravují do secích botek vytvářejících rýžku v půdě, případně semeno padá přímo do rýžek (proužků) vytvořených v půdě vyznačovacím válcem. Vyseté semeno může být zahrnuto zahrnováky secího stroje, nebo je v následné operaci zasypáno zasypávačem výsevů. Secí stroje soudobých konstrukcí jsou zpravidla osazeny mechanickým pohonem výsevového ústrojí, které odvozuje potřebný točivý moment od pojezdových kol secího stroje, rychlost otáčení výsevového ústrojí je regulována více/mnohastupňovou převodovkou.

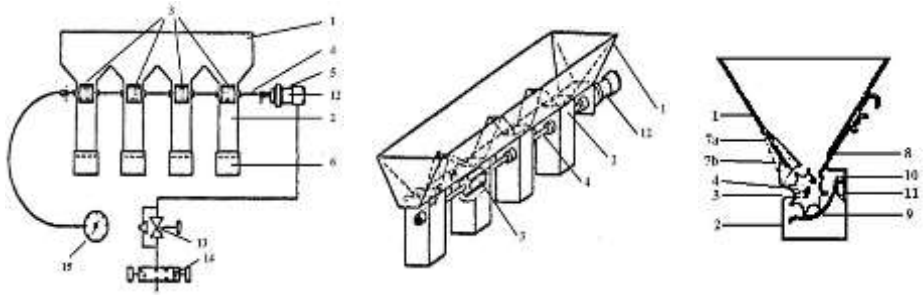
Secí stroje s pneumatickým výsevovým ústrojím lze zařadit mezi přesné secí stroje a jsou zpravidla řešeny jako sekční, kdy každá sekce je zavěšena pomocí paralelogramu na nosném trámci a osévá jeden řádek (proužek). Obvyklým principem výsevového ústrojí této kategorie strojů je talířkové podtlakové výsevové ústrojí (viz obr. 8.16). Otáčející se talířek, z pod kterého je vývěvou vysáván vzduch nabírá přisátím na otvory (trysky) semena ze zásobníků (přebytečná přisátá semena jsou z náběrových otvorů odstraněna jednotičem semen) a přenáší je do krátkého semenovodu nad secí botkou, kde je podtlak přerušen a semeno padá po jednom kuse do rýžky v půdě vytvořené secí botkou (vyznačovacím válečkem). Existují ovšem i jiné principy pneumatických secích strojů pro výsev na záhony. Osévací ústrojí linek pro produkci krytokořenných semáčků má charakter přesných secích strojů a je popsáno v kap. 8.3.2.



Obr. 8.16. Princip sekčního podtlakového secího stroje (znázorněna 1 sekce)

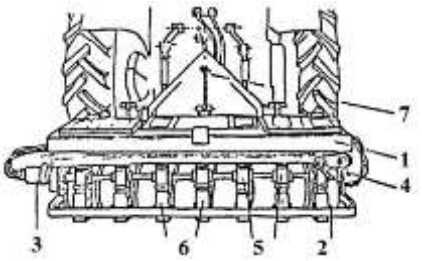
Univerzální secí stroj SEUN-7Z (Obr. 8.17., 8.18.) byl v ČR několik desetiletí nejužívanějším secím strojem, mnohde ještě stále používán je. Je nesen na tříbodovém závěsu UKT vybaveném

rychlozávěsem RZ-1, a je vhodný k setí všech druhů lesních semen (v praxi do velikosti bukvice) mimo semen naklíčených a neodkřídlených. Má dva rámy - nosný a pomocný. Pomocný rám se vyrábí ve dvou provedeních, pro proužkový nebo rýžkový výsev a pro plnosíje. K nosnému rámu je připevněn zásobník semene se sedmi výsevovými schránkami a s válečkovým výsevním ústrojím a krátkými semenovody s rozptylovací plošinkou pro proužkový výsev drobného semene. Podle druhu vysévaného semene lze volit ze tří typů výměnných válečků, navlečených a upevněných na společném hřídeli. Hřídel lze vyjmout a válečky vyměnit. Pohon hřídele je odvozen od hydromotoru. Při výsevu velkých semen se na zásobní skříň na semeno přidává plechový nástavec a pro zajištění plynulého výsevu a zabránění klenby nad výsevními válečky se umisťují dovnitř jednotlivých sekcí i jednoduchá pružná čechradla. K zadní části rámu je připevněna sedačka pro obsluhu. Oba pomocné rámy (pro proužkový výsev i plnosíje) jsou uchyceny na paralelogramu, který je připevněn na nosném rámu. Pro proužkový výsev je v přední části tohoto rámu uložen předznačovací válec, který je určen k vytlačování sedmi proužků pro výsev semen. Pro výsev velkých semen se montuje do přední části pomocného rámu hladký stabilizační válec. Před semenovody se montují radličky, které jsou připevněny pomocí třmenů na příčném nosníku pomocného rámu. Za radličkami následují stavitelné zahrnováky šípovitého tvaru, které jsou pomocí třmenů uchyceny na samostatném rámečku a rozmístěny ve dvou příčných řadách. Adaptér pro plnosíje se skládá ze spodního rámu s rýhovaným válcem, který zavěšuje do závěsu paralelogramu rámu secího stroje, dále z plošiny s rozptylovací deskou a trojúhelníkovými svody pro usměrnění semen do vyznačených rýh, jejichž rozteč je 25 mm. Hydraulický pohon výsevového ústrojí je řízen jednosekčním rozvaděčem se škrtícím ventilem. Tento rozvaděč se napojuje na vnější okruh hydraulického zařízení traktoru a k hydromotoru se připojuje pomocí tlakových hadic a rychlospojek.



1 zásobník semen
2 výsevní schránka
3 výsevní váleček na velká semena
4 hřídel výsevních válečků
5 spojka hydromotoru
6 semenovody
7 krycí odrazník
8 šoupátko
9 odpružené dno výsevní schránky
10 čep
11 pružina
12 hydromotor
13 přepouštěcí ventil
14 regulační šoupátko
15 otáčkoměr

Obr. 8.17. Schéma univerzálního neseného secího stroje



1 nosný rám
2 pomocný rám
3 hydromotor
4 jednosekční rozvadeč
5 výsevní ústrojí
6 semenovody
7 rychlozávěs

Obr. 8.18. Secí stroj SEUN-7Z

Zahraniční secí stroje jsou převážně klasické kompaktní konstrukce s mechanickým výsevovým ústrojím, poháněným přes mnohastupňovou (tzv. Nortonovu) převodovku od pojezdového kola secího stroje. Řadí se k nim Egedal 83 a Rath s válečkovým výsevovým ústrojím a Egedal Combi s páskovým výsevovým ústrojím. Pro **přesný výsev** drobných semen jsou k disposici zemědělské secí stroje Nibex se lžičkovým výsevovým ústrojím, Accord Miniair a Fähse Monoair s podtlakovým talířovým pneumatickým výsevovým ústrojím. Specielně pro LH jsou vyvinuty přesné stroje VS Křtiny, FRI, Hilleshög, ap. V Polsku na Zemědělské univerzitě v Krakově je vyvinut přesný secí stroj i dokonalá technologie pěstování semenáčků z přesných výsevů jak na volných záhonech, tak i záhony ohraničené (Neruda, Walczyk, 2009). Na Slovensku byla před časem vyvinuta metoda centrálního

přesného výsevu osiva adjustovaného na papírové fólie oseté podtlakovým stacionárním secím strojem. Vlastní osetí záhonů pak spočívá v pokládání fólií na povrch záhonu a jejich zásypce.

Před zahájením výsevu je nutné **seřídit secí stroj** tak, aby bylo dosaženo optimální velikosti měrného výsevku, přičemž se vychází z biologických požadavků na výsev. Před započetím výsevu jakýmkoliv strojem i způsobem je nutné stanovit hodnotu měrného výsevku Q_m (množství semen na jednotku oseté plochy), u semen jehličnatých dřevin se v souladu s Instrukcí pro lesní školky (MLVH ČSR, 1977) vychází z maximálního přípustného počtu semenáčků na jednotce plochy, u listnatých dřevin lze použít údaje Diferencovaných norem výsevu. Postup seřízení secího stroje je odvislý od způsobu pohonu výsevového ústrojí:

$$Q_m = \frac{p_s . m_s}{1000} \quad [\text{kg.m}^{-1}] \qquad\qquad p_s = \frac{SE}{k.č.r_v} \quad [\text{ks}]$$

kde: Q_m...měrný výsevek (kg.m^{-1}), p_s...počet vysévaných semen na 1 bm části záhonu osévané jedním válečkem (ks.m^{-1}), m_s... hmotnost 1000 ks semen (kg), *SE*...max. přípustný počet semenáčků na 1 bm části záhonu osévané jedním válečkem (ks.m-^{1}), *k, č,* r_V...koeficienty klíčivosti, čistoty a vzcházivosti použitého semene

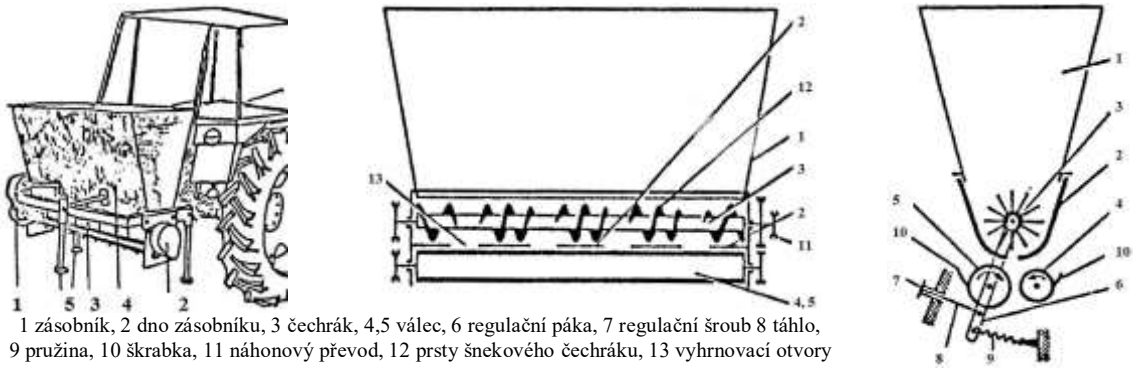
Seřízení secího stroje s pohonem výsevového ústrojí nezávislým na rychlosti pojezdu (SEUN 7Z)

1. určit množství osiva vyneseného při jedné otáčce válečku Q_1 (kg)
2. zvolit vhodnou pojezdovou rychlost v (m.h^{-1})
3. vypočíst dráhu d ujetou za 1 minutu (m.min^{-1})
4. vypočíst množství osiva Q_d pro osetí dráhy d (kg.m^{-1})
5. vypočíst a na secím stroji nastavit počet otáček výsevového ústrojí $o = Q_d : Q_1$ (min^{-1})

Seřízení secího stroje s pohonem závislým na rychlosti pojezdu (Egedal)

1. určit množství osiva vyneseného při jedné otáčce válečku Q_1 (kg)
2. určit dráhu ujetou při jedné otáčce hnacího kola secího stroje d (m.ot.$^{-1}$)
3. vypočíst množství osiva Q_d pro osetí dráhy d (kg.m^{-1})
4. vypočíst a na převodovém ústrojí secího stroje nastavit celkový převodový poměr $i_C = Q_1 : Q_d$

Zasypávač výsevů je nesený adaptér na traktoru nebo nosiči nářadí, určený pro pokrytí semene vysetého na povrch záhonu vrstvou zásypky (písek, rašelina, piliny). Výška vrstvy zásypky je přesně stavitelná. Nesený zasypávač sestává z rámu, zásobníku, čechráku, dávkovače a pohonu, a může zasypávat proužkové síje i plnosíje. V ČR se používá tuzemský zasypávač výsevů nesený RL1-001 jehož dávkovací ústrojí sestávající z dvojice vynášecích válců je poháněno a ovládáno hydraulicky obdobně jako výsevové ústrojí secího stroje SEUN 7Z. Používány jsou též zahraniční stroje firmy Egedal, pracující na obdobném principu.

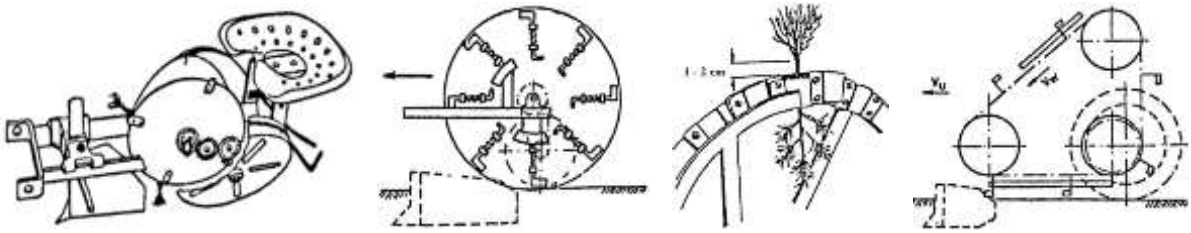


1 zásobník, 2 dno zásobníku, 3 čechrák, 4,5 válec, 6 regulační páka, 7 regulační šroub 8 táhlo, 9 pružina, 10 škrabka, 11 náhonový převod, 12 prsty šnekového čechráku, 13 vyhrnovací otvory

Obr. 8.19. Zasypávač výsevů

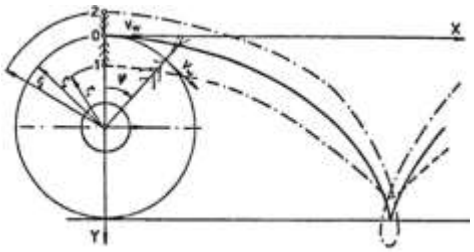
8.2.3. Školkování semenáčků a podřezávání kořenů

Školkování představuje jeden z nejstarších způsobů, kterým lze dosáhnout lepší korelace kořenového systému a nadzemní části sazenic přesazením semenáčků a sazenic (rostlin) do volnějšího sponu. **Školkovací stroje** sestávají zpravidla ze základního rámu, ve kterém jsou upevněny školkovací články (jeden nebo více), které mají nejrůznější konstrukční řešení a jejichž hlavními součástmi jsou: rýhovací radlička (sázecí botka), podávací ústrojí, zahrnovací a umačkávací ústrojí, rám, sedačky pro obsluhu, zásobníky na sazenice a pomocná ústrojí. Každý článek je obsluhován 1 pracovníkem. **Podávací ústrojí** zabezpečuje přemístění školkované rostliny do rýhy vytvořené sázecí botkou. Jsou používány různé konstrukce podávacích ústrojí: **kruhová** (dvojice pružných, v části obvodu k sobě přiléhajících disků – tzv. princip Accord, častá je i konstrukce na principu kotouče s chapadly po obvodu), **řetězová s chapadly**, **kombinovaná** (pružné disky doplněné primárním transportním ústrojím) a **karuselová** (pro krytokořenné semenáčky). Existují i školkovací stroje bez podávacího ústrojí, a to zvláště pro přesazování silných sazenic při technologii pěstování odrostků, které jsou do rýhy vkládány ručně. Rostliny (obvykle semenáčky o velikosti do ca 15 – 20 cm – dle dřeviny, existují však i výjimky a stroje jsou schopny vysazovat i větší rostliny), jsou do podávacího ústrojí vkládány nejčastěji ručně, školkovací automatiky doposud nedoznaly širšího uplatnění. Podávací ústrojí unáší semenáčky do radličkou hloubené rýhy, kde je rostlina přitlačena a zahrnuta přítlačnými koly. Pohon podávacího zařízení je vesměs odvozen od umačkávacích kol. **Zahrnovacím a umačkávacím ústrojím** jsou obvykle dvě pryžová nebo ocelová kola, svisle nebo šikmo postavená po stranách rýhy, která bortí půdu na stěnách rýhy, tím rýhu a kořeny vložených rostlin zahrnují a utužují. Školkovací stroje jsou vesměs tažené traktorem, zřídka samohybné. Pracovní rychlost standardních školkovacích strojů s ručním vkládáním rostlin je 150-250 $m.h^{-1}$ a jejich pracovní výkonnost je řádově 9000 ks semenáčků na osobu za směnu.

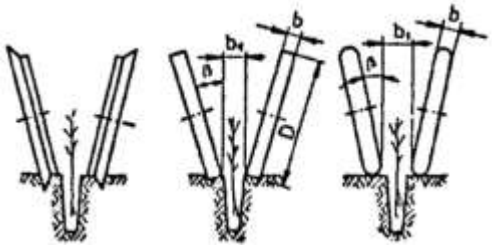


školkovací ústrojí Accord | chapadlové školkovací ústrojí | podavač s chlopněmi na obvodu kruhu Mannhardt | kinematika řetězového podávacího ústrojí

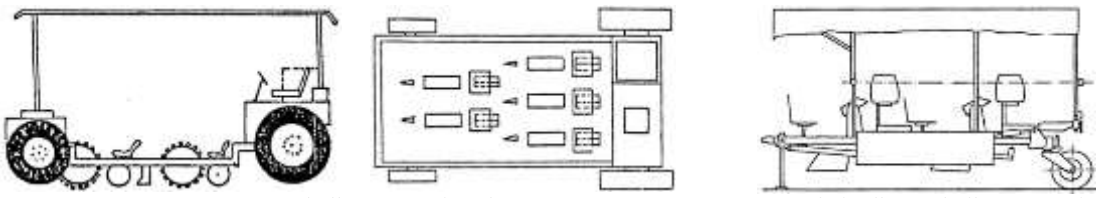
Obr. 8.20. Školkovací ústrojí



Obr. 8.21.1. Cykloida – dráha pohybu semenáčku při podávání kruhovým podávacím ústrojím

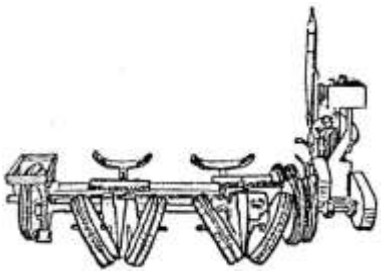


Obr. 8.21.2. Různá provedení umačkávacích kol

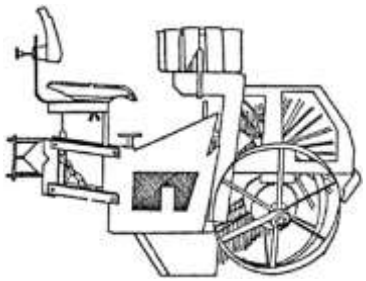


Samohybný školkovací stroj Rath | Tažený sedmiřádkový školkovací stroj RL2-035

Obr. 8.22. Školkovací stroje



Samojízdný školkovací stroj Hari



Školkovací stroj Lännen na obalené semenáčky

Obr. 8.23. Školkovací stroje

Školkovací stroje s ručním vkládáním rostlin

Školkovací stroj Mannhardt (SRN) a školkovací stroj ŠS-7 (ČR) tažené traktorem, slouží ke školkování rostlin o délce nadzemní části 5-25 cm. Skládají se ze 7 samostatných školkovacích článků umístěných ve dvou řadách v rámu, a to 4 článků vpředu a 3 článků vzadu. Podávací ústrojí je kruhové s pryžovými úchytkami. Školkovací stroj typu RL2-035 (ČR) má oproti jiným školkovacím strojům odlišné podávací ústrojí a posazení obsluhy, která sedí ve směru jízdy a nesedí nad umačkávacími koly. Podávací zařízení je tvořeno chapadly připevněnými na články Ewartova řetězu obíhajícího po trojúhelníkové dráze na třech kladkách. Spodní část dráhy řetězu vede paralelně s povrchem záhonu, rychlost obíhání je shodná s rychlostí pojezdu a proto jsou rostliny v okamžiku výsadby vůči zemi v klidu a ve svislé poloze. Kořenové deformace obvyklé u jiných strojů jsou tímto principem minimalizovány. Na obdobném principu pracuje americký školkovací stroj Holland. Školkovací stroje RATH/Schifter (Rak) a Egedal MS (DK) mají podobu jednoúčelového nářaďového traktoru poháněného dieselovým motorem. V jeho rámovém nosníku jsou upevněny školkovací články s kruhovým podávacím ústrojím s přesnými poloautomatickými chapadly po obvodu. Kruhová podávací ústrojí s poloautomatickými chapadly má též např. dvouřádkový stroj Egedal B, či pětiřádkový Egedal M, oba nesené či polonesené na tříbodovém závěsu traktoru. Technologie práce i výkonnost je obdobná taženým typům školkovacích strojů. Školkovací stroje Accord (SRN), Egedal C či Egedal MT mají podávací ústrojí tvořená dvěma pružnými disky, mezi něž se vkládají rostliny a jsou jimi unášeny do rýhy vyhloubené radličkou. Stroje je možno sestavit z libovolného počtu článků, od 2 do 7 kusů. Školkovací stroj typu Hari (SRN) má jeden nebo dva články s podávacím ústrojím s pružnými disky a je vybaven vlastním motorem. Je veden lehkou kolejnicí položenou podél celé délky záhonu. Posun školkovacích článků po rámu umožňuje z jednoho postavení koleje zaškolkovat celý záhon až o 7 řadách. Za hodinu možno zaškolkovat 2 200-2 700 semenáčků. Školkovací stroj Hari lze používat i ve svažitém terénu. Je vhodný pro menší školky.

Egedal C

Egedal B

Egedal MS

Egedal H

Obr. 24 Školkovací stroje řady Egedal

Školkovací stroj Lännen RT-2 (Fin) je určen pro **školkování krytokořenných rostlin** (vypěstovaných systémem Paperpot, Kopparfors, aj.). Podávací ústrojí je karuselové tvořené trubkami, do kterých jsou rostliny vkládány balem směrem dolů. Pootáčením karuselu se rostliny dostávají nad trubkový svod, kterým propadají do rýhy vytvořené radličkou článku. Do okamžiku přihrnutí jsou rostliny přidržovány pohyblivým drátěným hřebenem. Hodinová výkonnost práce je cca 2500 rostlin na osobu.

Školkovací, či spíše **přesazovací stroje** pro výsadbu vyspělejšího sadebního materiálu, než jaký je obvyklý v standardních technologiích pěstování školkovaných sazenic lesních dřevin, mají sázecí ústrojí mnohem robustnější než běžné školkovací stroje do lesních školek. Tyto stroje mají sázecí ústrojí tvořené zpravidla jen radličkou, vytvářející rýhu v půdě, do které jsou obsluhou ručně vkládány sazenice, jejichž kořeny jsou následně v rýze zahrnuty a půda okolo nich utužena dvojicí utláčecích

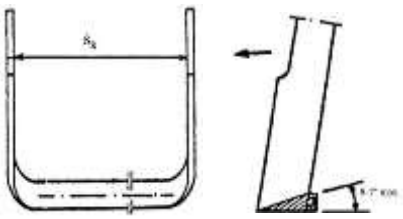
kol. Podle konkrétního provedení jsou schopny vysazovat i velmi vyspělé sazenice o výšce nadzemní části 50-300 cm (u některých typů strojů může být výška přesazovaných jedinců ještě větší). Tyto stroje mají tedy již charakter odpovídající spíše sázecím strojům (viz kap. 10.3.). Konkrétními typy jsou např. Egedal K, Egedal JT (rostliny do výšky ca 100 cm), Egedal H pro výsadbu sazenic při pěstování stromů pro výsadbu mimo les (městská zeleň, parky, alejové stromy, ap.).

Poloautomatické školkovací stroje

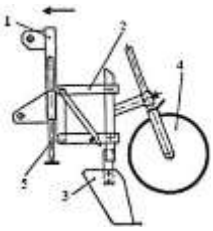
Snad nestarším příkladem, uváděným jako automatický školkovací stroj, je stroj typu Picador (Fr) je. Je jedno- až dvoučlánkový, tažený traktorem. V první fázi jsou semenáčky adjustovány v balicím stroji mezi dva unášecí pásy z umělé hmoty, které se navíjejí na cívku, čímž se vytvoří zásobníky, které se v druhé fázi vkládají do školkovacího stroje. Po sejmutí pásů z cívky vzniká válcovitý balík, který obsahuje 1-2 tis. sazenic. V balících jsou sazenice skladovány. Z pásů jsou semenáčky předávány mezi dva pružné disky, jimiž jsou ukládány do rýhy, prázdné pásky se vrací. Pohon sázecího ústrojí je odvozen od osy zadních kol. Rychlost pojezdu je 1-3 km a výkon stroje za směnu je v průměru 80 000 sazenic. Existuje řada dalších principů usilujících o automatizaci školkování prostokořenných i krytokořenných rostlin. Zejména ty, které jsou určeny pro školkování prostokořenných semenáčků, vyžadují předchozí adjustaci jednotlivých rostlin do přípravků (pásky, řetízky, kazety), které umožní a jsou vlastně i podmínkou automatizovaného školkování. Celková pracnost se nejenže nesníží, nýbrž dokonce se oproti ručnímu školkování zvýší. Vyšší je i doby, po kterou jsou semenáčky vystaveny působení vzduchu, ap. Výhodou samozřejmě je, že vlastní školkování (na záhoně) proběhne výrazně rychleji. Pro náročnost konstrukce i obsluhy se školkovací automaty v současné školkařské praxi téměř nepoužívají.

Podřezávání kořenového systému semenáčků a sazenic

Od 19. století se používá podřezávání kořenového systému pro dosažení kvalitního sadebního materiálu bez školkování. Značný význam má kvalita řezu, který musí být veden v požadované hloubce a v bočním odstupu od semenáčků. Řez musí být proveden hladce, tenkým ostrým nástrojem. Při práci nesmí docházet k hrnutí půdy na záhonu, v půdě nesmí být proto zbytky kořenů, dřeva a kameny, a záhony nesmí být zapleveleny. V tuzemsku se pro podřezávání kořenů používají různé horizontální **celozáhonové skoby** nesené na UKT. Radličný úhel je cca 5 °. Tyto skoby, vyráběné vesměs ve vlastní režii, splňují biologické požadavky jen omezeně. Vhodnější jsou proto speciální podřezávače kořenů.

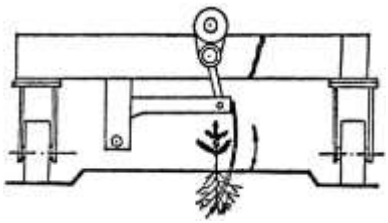


Obr. 8.25. Celozáhonová skoba



1 rám, 2 paralelogram,
3 podřezávací nůž,
4 přítlačný válec, 5 odstavná noha

Obr. 8.26. Podřezávač RL2-013

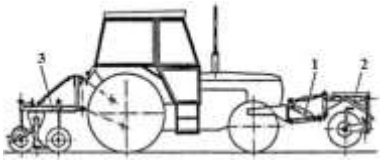


Obr. 8.27. Podřezávač WSM-21

Celozáhonový podřezávač RL 2-013 (ČR), který sestává ze sedmi samostatných článků nesených na společném rámu. Články jsou vybaveny pasivními podřezávacími noži tvaru L, které vytvářejí jak svislý, tak vodorovný řez. Regulace zahloubení nožů a přitlačení půdy okolo podřezaných sazenic je zabezpečena u každého článku přítlačným kolem. Stroj je nesen na UKT a pracuje při rychlosti 1-2 km/h.

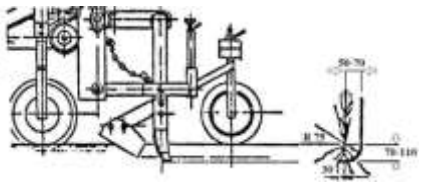
Dělený podřezávač sazenic RL3-005 (ČR) sestává ze sady kotoučových krojidel, nesených na předním závěsu UKT a provádějících vertikální řez bočních kořenů, a z horizontálního podřezávacího nože neseného na zadním závěsu UKT, a provádějícího horizontální řez kůlových kořenů. Podřezávací nůž je úhlově stavitelně upevněn v rámu se 4 pojezdovými koly. Přitlačení podříznutého plástu půdy zabezpečují meziřádková utláčecí kola uložená kyvně na rámu. Pracovní rychlost je 1-2 km/h.

Celozáhonový podřezávač WSM-21 (SRN) má vertikálně kmitající obloukovité nože vytvářející v půdě řez, který začíná na povrchu záhonu 2,5 cm bočně od řady semenáčků a končí v hloubce odpovídající druhu dřeviny. Pojezdová rychlost a frekvence nožů jsou synchronizovány. Amplituda pohybu nože způsobuje, že se nůž v horní úvrati vynořuje z půdy a přitom dochází k jeho samočištění. Pracovní rychlost je 1-2 km.h^{-1}.



1 přední tříbodový závěs, 2 vertikální kráječ, 3 horizontální podřezávač,

Obr. 8.28. Dělený celozáhonový podřezávač sazenic RL3-005



Obr. 8.29. Podřezávač Olssons s noži tvaru J

Obr. 8.30. Kmitavý podřezávač Suonenjoen

V zahraničí jsou vyráběny další typy podřezávačů konstruované na principu předozadně vibrujících jednotlivých nožů tvaru J nebo celozáhonových skob s vertikálními břity. **Aktivní pohyb nožů** zvyšuje kvalitu práce podřezávačů, neboť vyšší relativní rychlost břitu vůči přeřezávanému kořenu je předpokladem dosažení vyšší kvality řezu.

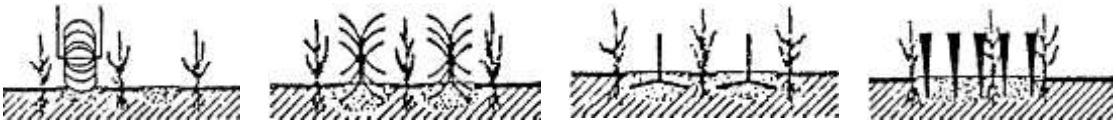
8.2.4. Kultivace záhonů se sazenicemi

Kultivace záhonově pěstovaného sadebního materiálu zahrnuje mechanické operace, při nichž se rozrušuje půdní škraloup a mělce kypří půda v meziřádcích při současném ničení plevelů. Kultivace je prováděna plečkami. Plečky pro kultivaci jsou nejčastěji nářadím neseným na traktoru nebo nosiči nářadí, existují i samochodné plečky, pracující zpravidla jen na jednom meziřádku. **Plečky rozlišujeme** podle pohybu pracovních orgánů na

- **nepoháněné** (s nepohyblivými radličkami nebo rotačními kypřiči)
- **poháněné** (s nožovými a kartáčovými rotačními kypřiči, s rotujícími pryžovými hvězdicemi, s kmitavými prstovými kypřiči apod.).

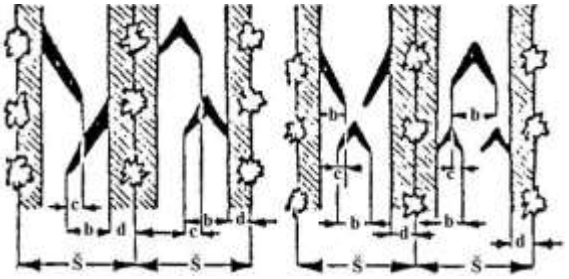
Plečky musejí splňovat **požadavky** na

- stavitelnost hloubky záběru a kopírování povrchu půdy
- rozmístění pracovních orgánů odpovídající roztečím a šířce meziřádků
- nepoškozování sadebního materiálu (směrové vedení, ochranná vzdálenost nástrojů od rostlin).

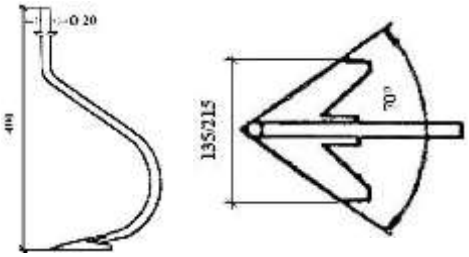


Obr. 8.31. Princip práce různých nástrojů pleček

Pracovní rychlost ručně řízených pleček je 2-4 km.h^{-1} a závisí na typu plečky, na způsobu pěstování a vyspělosti rostlin a na stupni zaplevelení záhonu.



Obr. 8.32. Překryv plecích radliček v meziřádku



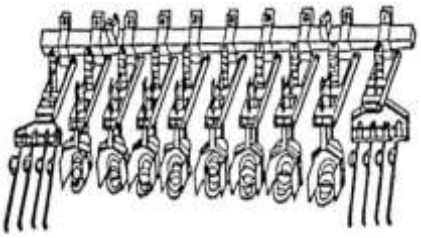
Obr. 8.33. Šípová radlička

Nepoháněné plečky

- **s nepohyblivými nástroji**, jimiž mohou být šípové a jednostranné radličky a dlátovité kypřiče. Šípová plecí radlička má dvě křídla s elevačním úhlem do15°, jednostranná radlička má od svisle postavené části vpravo nebo vlevo vybíhající křídla skloněná od směru pojezdu o 30-40°. Plecí radličky pracují v překryvu a podřezávají i vzrostlé plevele. Dlátové kypřiče (půdní kartáče, plenidla), vhodné pro ničení vzcházejících plevelů, které částečně vyvlačují, a pro rozrušování půdního škraloupu, jsou tvořeny soustavou tvarovaných pružných ocelových prutů se spodním koncem vykovaným do dlátovitého ostří se záběrem cca 10 mm.
- **rotační plečky** s prstencovými nebo hřebovými nástroji, odvalujícími se po povrchu půdy. Jejich funkcí je především kypření půdy a potlačení vzcházejících plevelů.

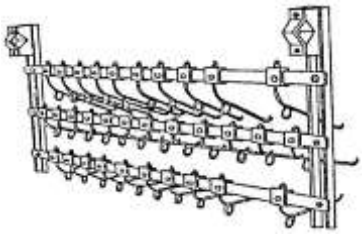
Poháněné plečky

- **s rotujícími pracovními orgány**, tvořenými bubínky opatřenými pevnými zahnutými noži, tvrdými bubnovými kartáči nebo pryžovými hvězdicemi. Pohon je mechanický nebo hydraulický. Nožové poháněné plečky pracují podobně jako půdní frézy, intenzivně kypří půdu do hloubky až 8 cm, rozsekávají plevel (nelze je použít pro oddénkové plevele!). Kartáčové plečky prokypřují povrchovou vrstvu půdy a rozbíjejí plevel. Nástroje rotačních pleček musí být opatřeny ochrannými kryty.
- **se stranově kmitajícími prsty**, upevněnými pro každý meziproužek po trojicích na držácích poháněných hydraulicky nebo mechanicky (Egedal). Jsou vhodné pro intenzivní hlubší prokypření nezaplevelených a slabě zaplevelených meziproužků.



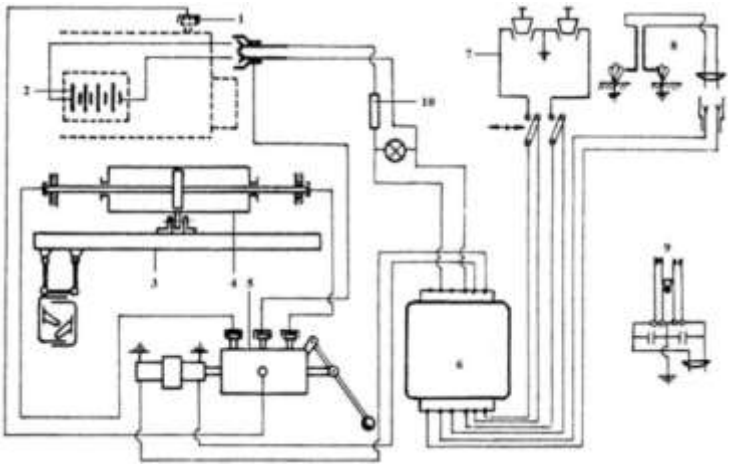
Obr. 8.34. Rotační nepoháněná plečka RNP-7

Obr. 8.35. Pomocný rám pro nesení adaptérů na zádi UKT NR-2



Obr. 8.36. Nepoháněná plečka s dlátovitými radličkami (půdní kartáč) PK 150-Z

Meziproužkový vyžínač a kypřič MVK 7-5 (VS Křtiny) nesený na UKT sestává z osmi pracovních jednotek složených ze sady válcových pryžových prstových kartáčů a dvouprstého kyvného kypřiče. Kartáče rozbíjejí nadzemní část plevelů a rozrušují povrchovou vrstvu půdy, kyvné kypřiče kultivují půdu meziřádků. Stroj je směrově řízen ručně nebo automatizovaně, pracovní rychlost 2-3 km.h^{-1}.



1 vývod vnějšího okruhu hydrauliky traktoru
2 baterie
3 plečka
4 přímočarý hydromotor
5 elektromechanický ovladač hydrauliky
6 skříň
7 ovládací skříňka
8 elektronický hmatač
9 mechanický hmatač
10 pojistka s kontrolkou

Obr. 8.37. Automatizované řízení plečky

Aby nebyly rostliny poškozovány stranovým vybočením je nutné **směrové řízení pleček**, buď **ruční**, nebo automatické. Nářadí nesené před zadní nápravou nosiče nářadí je řízeno rejdem nosiče, nářadí za

zadní nápravou musí mít samostatné řízení (ruční pákové, řídícím kolem, hydraulické). Automatické směrové řízení využívá signálů o poloze nářadí vzhledem k rostlinám. Signály jsou poskytovány elektromechanickými hmatacími čidly, nebo čidly bezkontaktními. Automatické směrové vedení zvyšuje přesnost práce a umožňuje zvýšit pracovní rychlost až trojnásobně oproti řízení ručnímu.

8.2.5. Stroje pro aplikaci hnojiv

V lesních školkách se uplatňují stroje pro rovnoměrnou aplikaci tuhých organických hnojiv (hnůj, kompost), průmyslových (minerálních) hnojiv a hnojiv kapalných. **Rozmetadla organických hnojiv** jsou zpravidla konstruována jako návěs nebo přívěs traktoru, a sestávají z rozmetacího ústrojí, ložného prostoru s podlahovým dopravníkem, podvozku a převodového regulačního ústrojí. Rozmetací ústrojí jsou zpravidla poháněna vývodovým hřídelem traktoru a jsou bubnová s vodorovnými bubny, bubnová se svislými a šikmými bubny a kombinovaná. Dávkování rozmetaného hnojiva vychází z propočtu rychlosti pracovního pojezdu

$$v_p = \frac{10^4.q}{Q.B_p} \qquad [\mathrm{m.s^{-1}}]$$

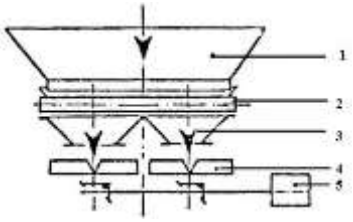
kde: q - rychlost vyhrnování hnojiva z rozmetadla (kg.s^{-1}), Q - požadovaná měrná dávka hnojiva (kg.ha^{-1}), B_p - šířka záběru (m)

Rozmetadla pevných průmyslových hnojiv se skládají z rozmetacího ústrojí, zásobníku, pohonného a regulačního ústrojí (tažená mají podvozek). Pohon rozmetacího a dávkovacího ústrojí je od pojezdového kola rozmetadla, vývodovým hřídelem UKT, nebo hydraulicky. Podle konstrukce jsou rozmetadla s rozmetacím ústrojím talířovým, bubnovým, odstředivým, kývavým a vzduchovým. Nejvíce rozšířena jsou rozmetadla s odstředivým kotoučovým rozmetacím ústrojím. Předepsanou měrnou dávku lze docílit změnou pojezdové rychlosti nebo regulací množství vynášeného hnojiva pomocí hradítka. Pro dosažení měrné dávky průmyslového hnojiva u rozmetadla s pohonem od pojezdového kola se vychází ze vztahu

$$Q = \frac{10^4.q.z}{B_p.D.\pi.n} = \frac{10^4.q.z}{B_p.v} \qquad [\mathrm{kg.ha^{-1}}]$$

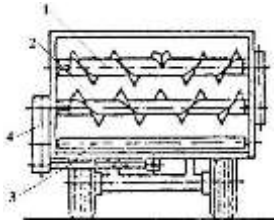
kde: Q - měrná dávka hnojiva (kg.ha^{-1}), q - množství hnojiva dodávané 1 talířem (kg.s^{-1}.ks^{-1}), B_p - pracovní záběr rozmetadla (m), D - průměr hnacího kola (m), n - počet otáček hnacího kola při zkoušce (s^{-1}), z - počet rozmetacích kotoučů na rozmetadle (ks)

Obr. 8.38. Dvoutalířové rozmetadlo



1 zásobník, 2 dopravník,
3 dělič hnojiva, 4 rozmetací talíře,
5 hydromotor pohonu

Obr. 8.39. Talířové rozmetadlo minerálních hnojiv



1 a 2 rozmetací bubny,
3 pohyblivé dno,
4 náhon od pojezdových kol

Obr. 8.40. Rozmetadlo organických hnojiv

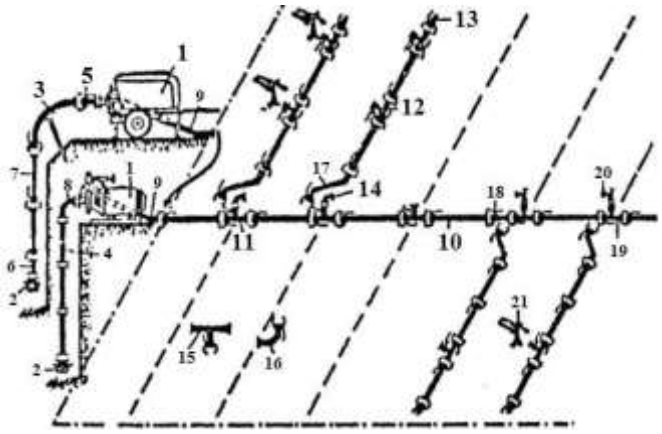
8.2.6. Závlahová zařízení

Intenzivní školkařský provoz vyžaduje závlahové zařízení, které napomáhá optimalizaci růstového prostředí sadebního materiálu. **Závlahy** jako činnost se rozlišují dle úkolu, který mají vzhledem k rostlinám plnit, na

- **závlahy doplňkové** (dodání vody a živin pro rostliny)
- **závlahy účelové** (ovlivňování teploty a vlhkosti vzduchu, plašení ptactva, aplikace pesticidů).

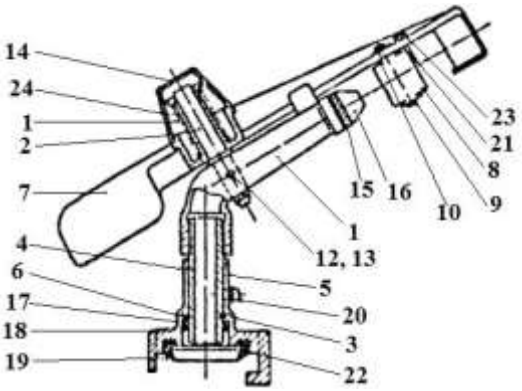
Závlahová zařízení jsou systémy strojních prvků pro aplikaci doplňkových i účelových závlah, rozlišovaná podle hledisek

- místo použití: volné záhony, foliové kryty a skleníky
- způsob dávkování kapaliny: postřik, zavodňování, kapková závlaha, mikrozávlaha
- umístění postřikovačů: spodní, svrchní (nadhlavové)
- konstrukčního uspořádání
  - přenosné nepohyblivé s krouživými fixními postřikovači (nejčastější způsob na volných záhonech)
  - stabilní (trvalé) nepohyblivé s fixními postřikovači (např. ve folnících)
  - pohyblivé s krouživými nebo fixními postřikovači.



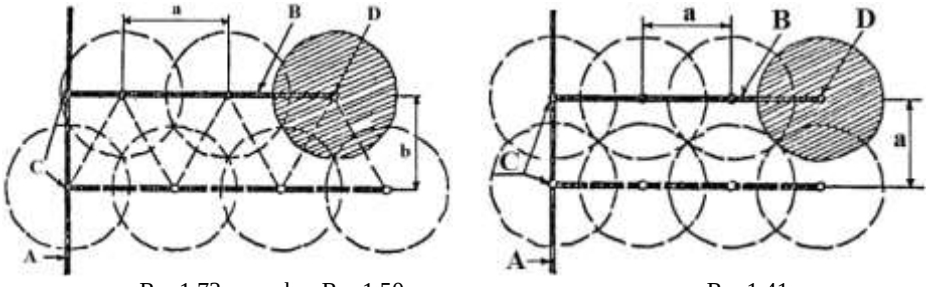
1 čerpací agregát
Sací řád
2 sací koš
3 pryžové savice
4 sací trubka přírubová
5 sací trubka s vnitřními spojkami
6 spojka vnější s přírubou
7 sací trubka s pákovou spojkou
8 koleno přírubové
Výtlačný řád
9 spojovací potrubí
10 závlahová trubka
11 ventil s odbočkou
12 uzávěr postřikovače
13 koncovka
14 přípojka potrubí
15 dvojitá rozbočka
16 koleno
17 spojovací kus
18 přechodový kus
19 hydrant s odbočkou
20 hydrantová přípojka
21 postřikovač

Obr. 8.41. Schéma závlahové soustavy na volných záhonech



1 proudnice
2 vedení pružiny
3 podložka
4 trubka
5 těleso
6 pojistný kroužek
7 výkyvné rameno
8 lopatka
9 šroub
10 matice
11 pružina
12 šroub
13 matice
14 kryt
15 těsnící kroužek
16 tryska Ø 4 mm
17 podložka
18 manžeta
19 tvarové těsnění
20 zátka
21 narážka
22 zátka
23 matice
24 pouzdro

Obr. 8.42. Postřikovač P-Z

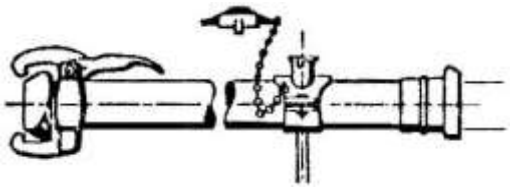


spon a = R x 1,73 spon b = R x 1,50 zavlažená plocha na jedno postavení F = a x b

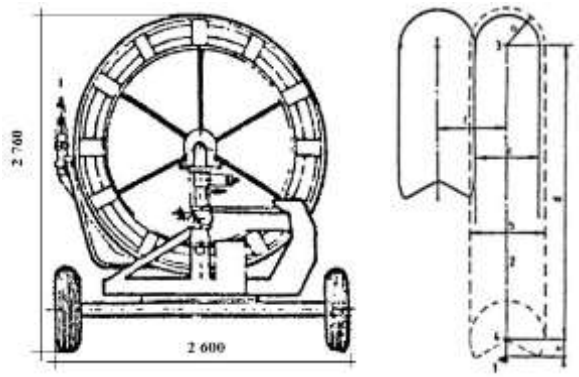
spon a = R x 1,41 zavlažená plocha na jedno postavení F = a^2

A rozvodní potrubí, B přenosná větev potrubí, C uzávěr UPO, D uzávěr UP, R dostřik

Obr. 8.43. Způsoby rozmístění postřikovačů závlahové soustavy



Obr. 8.44. Rychlospojka na přenosné větvi potrubí



Obr. 8.45. Pásová závlaha Odra 7528

Stacionární přenosná závlahová zařízení volných záhonů

Pro závlahu volných záhonů se v našich lesních školkách nejčastěji používají závlahová zařízení přenosná nepohyblivá s kruhovými úderovými postřikovači. Základními komponenty jsou čerpací stanice, stabilní sací a primární výtlačné potrubí a přenosné sekundární výtlačné potrubí s postřikovači, tvořící závlahový detail. **Čerpadla** se podle ČSN 11 0000 dělí do skupin

- hydrodynamická (např. odstředivá, radiální, diagonální, axiální)
- hydrostatická (rotační, zubová, vřetenová, lamelová, s kmitavými pohyby)
- ostatní.

Nejčastěji se v čerpacích stanicích závlahových zařízení používají čerpadla lopatková odstředivá, jejichž základními parametry jsou průtok Q ($m^3.s^{-1}$), dopravní výška H (m), manometrický tlak p (MPa), efektivní příkon čerpadla P_{ef} (kW), koeficient účinnosti φ, otáčky hřídele čerpadla n (s^{-1}). Čerpadla jsou poháněna spalovacími motory a elektromotory. Běžně jsou pro závlahové systémy používány středotlaké čerpací agregáty řady IRIS-ES vyráběné a.s. Sigma Olomouc. Skládají se z jednostupňového čerpadla NQE a elektromotoru, se kterým tvoří monoblok. Oběžné kolo čerpadla má široké průchody, umožňující dopravovat vodu s dispersními částicemi. Motor má automatické jištění přetížení. Jiné typy čerpacích zařízení plní obdobné funkce.

Typ	Průměr hubice	Tlak vody	Spotřeba vody	Dostřik	Vodní srážky individuální	Vodní srážky ve sponu
	(mm)	(MPa)	($l.s^{-1}$)	(m)	($mm.h^{-1}$)	($mm.h^{-1}$)
P-Z	4 – 8	0,2 – 0,5	0,3 – 1,5	13,0 – 22,5	1,5 – 3,4	1,8 – 6,1
PUK-1	8 – 12	0,3 – 0,6	1,3 – 4,6	18,5 – 28,5	4,0 – 6,5	5,2 – 12,7
PUK-2	12/6 – 18/7	0,3 – 0,6	3,3 – 9,2	25,0 – 38,0	5,1 – 7,3	6,3 – 14,4
PUK-3	20/8 – 30/10	0,4 – 0,6	9,3 – 25,8	35,0 – 50,0	7,8 – 13,3	10,4 – 25,6
PL-K	12 – 18	0,3 – 0,6	2,7 – 8,2	22,0 – 35,0	5,5 – 8,1	7,3 – 15,9
PV-2	12/9 – 18/9	0,3 – 0,6	3,3 – 6,3	30,0 – 41,0	4,2 – 4,5	6,0 – 6,3

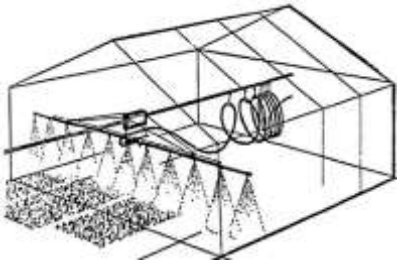
Tab. 8.1. Technické parametry rotačních závlahových postřikovačů

Trubní řád sací, a primární výtlačný je u stabilních systémů uložen pod zemí a tvoří jej litinové nebo plastové trubky. Pro připojení trubek sekundárního řádu je primární řád vybaven dalšími armaturami. Sekundární řád (závlahový detail) tvoří povrchově uložené potrubí složené z 3 nebo 6 m dlouhých hliníkových nebo ocelových tenkostěnných trubek s pákovými rychlospojkami. Rozmístění a vzdálenost trubních větví (b) se na zavlažovací ploše odvíjí od sponu postřikovačů připevněných v roztečích (a) k trubkám větví. Pro přímou dodávku vody rostlinám slouží **postřikovače**, řešené jako kruhové, úderové s jednou nebo dvěma vyměnitelnými proudnicemi (tryskami). K potrubí se připojují bajonetovou přípojkou. Pro závlahu lesních školek se doporučují postřikovače řady PU-K a PZ. Otáčivý pohyb tělesa proudnice je odvozen od úderu výkyvné páky, uváděné do pohybu proudem vody a funkcí pružiny, jejímž předpětím lze rychlost otáčení měnit. Tlak na trysce je 0,2-0,6 MPa.

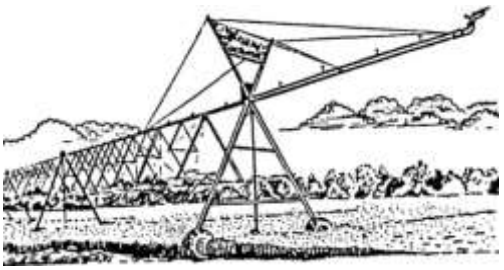
Charakteristika dalších závlahových zařízení

Ve folnících a sklenících je běžná **pevná nadhlavová závlaha** tvořena systémem ocelových trubek s deflektorovými postřikovači (tryskami). Rozptyl vody se dociluje stykem paprsku vody s nárazovou ploškou trysky (deflektorem). Trysky jsou různého provedení s osovým, jednostranným či dvou-

stranným rozptylem. Trysky mají malý dostřik a intenzitu srážky. Ve folnících, sklenících i na volných plochách se používají **pohyblivé závlahy** různého provedení, jejichž předností je vyšší přesnost a rovnoměrnost dávkování závlahové kapaliny. Princip všech typů je shodný - na nosníku, který se pohybuje buď po povrchu půdy, nebo je zavěšen na kolejnicích (folníky, skleníky), je připevněn jeden nebo více postřikovačů. Při zavlažování se nosník přímočaře posouvá a plocha je zavlažována v pásu. K venkovním pásovým zavlažovačům patří: PZT-75, Micro 50/170 H, ZK-50, do krytů je vhodný VZ-90, Dolimat, Länen. Velkozáběrové (šířka pásu až 50 m) jsou mostové samochodné zavlažovače, např. Sigmatic L 50.



Obr. 8.46. Nadhlavová pojízdná závlaha ve skleníku



Obr. 8.47. Pojízdná závlahová souprava Sigmatic

Systémy řízení závlah

Existuje řada poloautomatických i automatických řídicích systémů, z nichž nejjednodušší pracují na principu časového spouštění závlahy, a dokonalejší vyhodnocují skutečný stav prostředí (vlhkost půdy a vzduchu, teplotu). **Návrh závlahového systému** vychází z přírodních podmínek (půdní, terénní a klimatické poměry), sadebního materiálu a způsobu jeho pěstování. Je nutno respektovat závlahovou potřebu sadebního materiálu, stanovit závlahové množství (roční potřebu vody), velikost závlahových dávek (**závlahová dávka M_d** je množství vody potřebné pro optimální zvlhčení půdy do stanovené hloubky v $m^3.ha^{-1}$) a posoudit dostatečnost vodního zdroje. V úvahu se bere **intenzita postřiku** (srážek), tj. množství vody dodávané na plochu za jednotku času v mm vodního sloupce.h^{-1}, a **redukce intenzity postřiku**, tj. snížení přípustné intenzity postřiku vzhledem ke svažitosti plochy, která je od 10 % u svahu 5 % až do 40 % u svahu 12 %. Závlahový systém musí být navržen tak, aby dodával na plochu potřebné množství vody Q. K tomu je nutné zvolit průměr d potrubí, vybrat typ postřikovačů, určit jejich spon (a x b) a posoudit vhodný typ čerpadla. Potřebný průměr potrubí lze s dostatečnou přesností zjistit z tabelárních hodnot dle Manninga (viz Krešl, 1980). Při posuzování odstředivého čerpadla se jeho příkon P_{ef} vypočítá ze vztahu:

$$P_{ef} = \frac{g.Q.H}{a.n_c} \quad [\text{kW}]$$

$$H = H_S + H_V \quad [m_{v.sl.}]$$

kde: γ...měrná tíha kapaliny (kg .m^{-3}), Q ...požadované průtočné množství (m^3 .s^{-1}), a ...rozměrový součinitel, a = 102, n_c ...součinitel účinnosti čerpadla, n_c = 0,6 - 0,8, H ...manometrická dopravní výška ($m_{v.sl.}$), H_S...dopravní sací výška ($m_{v.sl.}$), H_V ...dopravní výtlačná výška ($m_{v.sl.}$), $m_{v.sl.}$ …metr vodního sloupce)

$$H_S = H_{gs} + \sum Z_{ts} [m_{v.sl.}]$$

kde: H_{gs}...výškový rozdíl kót hladiny zdroje vody a osy čerpadla (m)

$\sum Z_{ts}$ ...výška hydraulických ztrát v sacím řádu ($m_{v.sl.}$)

$H_V = H_{gv} + \sum Z_{tv} + H_p \quad [m_{v.sl.}]$

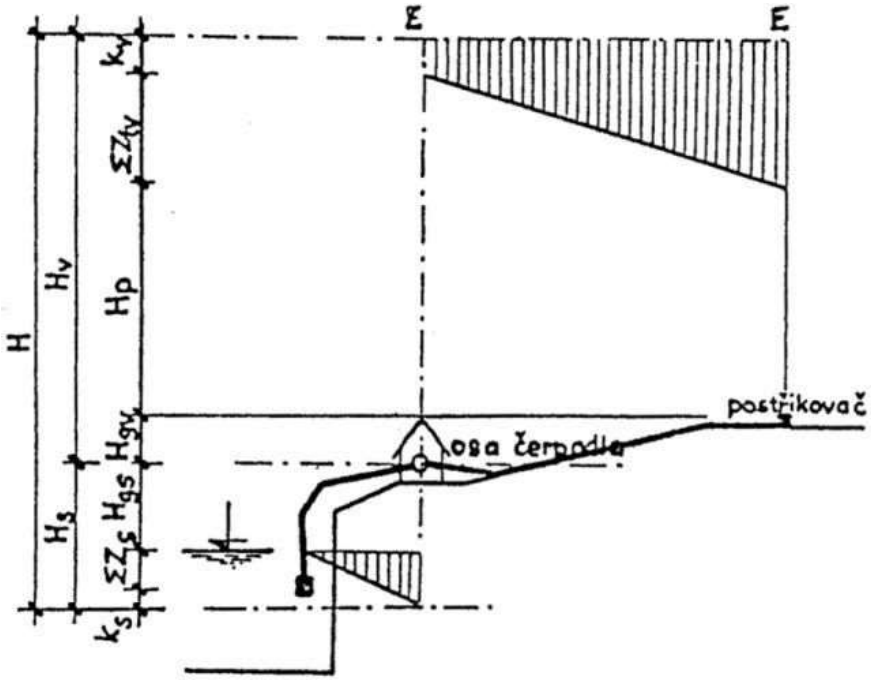
H_{gv} ...výškový rozdíl kót osy čerpadla a postřikovače (m)

$\sum Z_{tv}$...výška hydraulických ztrát ve výtl. řádu ($m_{v.sl.}$)

H_p ...výška účinného přetlaku ($m_{v.sl.}$), příklad převodu jednotek tlaku: 0,3 MPa = 30 $m_{v.sl.}$

Druh půdy	Závlahové dávky (m^3/ha) pro hloubku		Intenzita postřiku (mm/h)
	0 - 10 cm (síje)	0 - 20 cm (školkované sazenice)	
Písčitá	80	110	20
Hlinitopísčitá	100	150	15
Lehká hlinitá	130	270	12
Středně hlinitá	170	280	10
Těžká hlinitá	190	310	8

Tab. 8.2. Závlahové dávky M_d pro provlhčení půdy a přípustné intenzity postřiku



Obr. 8.48. Schéma pro hydraulické posouzení čerpadla

8.2.7. Stroje pro sklizeň sazenic

Mechanizační prostředky používané pro jednotlivé operace sklizně sadebního materiálu (dále jen sazenic) v lesních školkách nahrazují namáhavou ruční práci, zvyšují produktivitu a zkracují čas potřebný pro realizaci sklizně. Podle způsobu vyzvedávání sazenic (uvolňování kořenů sazenic v půdě a vyjímání sazenic ze záhonu) a následné manipulace **rozlišujeme používané stroje** na

- **podorávače**, které pouze částečně uvolňují kořeny v půdě, poté následuje ruční sběr a manipulace sazenic
- **vyzvedávače**, které kořeny v půdě uvolní a následně zbaví přebytečné půdy otřepáním, poté následuje ruční sběr sazenic
- **sklízeče**, které uvolní kořeny sazenic, zbaví je přebytečné půdy, mechanizovaně sazenice vyjmou ze záhonu a přemístí je, poté následuje ruční nebo mechanizovaná manipulace sazenic.

Podorávače jsou jednoduchá nářadí nesená na traktoru, nemající poháněné pracovní mechanismy. Pracují většinou na celé šíři záhonu, pro uvolnění kořenů vyspělých sazenic (poloodrostků) se používají jednořádkové bočně nesené podorávače. Nejstarším a stále používaným typem podorávače je **celozáhonová skoba**, jejíž podstatnou část tvoří vodorovný, ke směru pojezdu kolmo postavený ocelový nůž, na který navazují hrudolamy zintenzivňující roztrušování půdy. Nůž je upevněn v základním rámu, který se připojuje na tříbodový závěs traktoru. Jednořádkové podorávače jsou principielně obdobné skobám, jsou neseny mimo obrys traktoru. Při práci je jejich nůž veden v půdě v hloubce odpovídající vyspělosti sazenic, úhel sklonu k vodorovné rovině nože je 15–20°, úhel

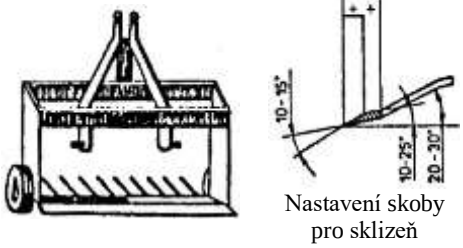
hrudolamů je cca 30°. Některé podorávače jsou vybaveny i vertikálními noži pro rozřezání půdy v meziproužcích. Změnou úhlu sklonu nože na 5° lze tytéž stroje použít i pro podřezávání kořenů sazenic. Pracovní rychlost podorávače je 2-3 km.h^{-1}.

Vyzvedávače jsou stroje nesené na traktoru, vybavené noži pro horizontální, někdy i vertikální rozřezávání půdy na záhonu a poháněným oddrnovacím ústrojím. Pracovní postup je obdobný jako u podorávačů. Skýva půdy podoraná nožem (může být i poháněný - kmitající vpřed a vzad) přechází na oddrnovací ústrojí konstruované nejčastěji jako vertikálně vibrující rošty, rotační prutové válce nebo prutové dopravníky. Sazenice zbavené přebytečné půdy padají při vhodně sladěné pracovní rychlosti uspořádaně zpět na záhon kořeny dolů. Jednořádkové bočně nesené vyzvedávače pracují na obdobném principu. V současnosti jsou u nás používány zahraniční celozáhonové vyzvedávače Fobro 1500, Rath s roštovými oddrnovači a tuzemský stroj RL2-025 s rotačními prutovými válci. Pracovní rychlost činí 1-3 km.h^{-1}. Dalším tuzemským vyzvedávačem je celozáhonový podřezávač a vyzvedávač sazenic AVYPO nesený na UKT. Vodorovný řez provádí celozáhonový nůž s krouživým pohybem, svislé řezy vykonávají předozadně kmitající vertikální nože. Pro vyzvedávání je možno stroj doplnit o vytřásací rošt.

Sklízeče jsou stroje nesené nebo tažené za traktorem, podle konstrukce a z ní vyplývajícího pracovního postupu lze tyto stroje **zařadit do dvou skupin**

a) sklízeče pracující řádkově - hlavním znakem je uspořádání ústrojí pro vyjímání sazenic ze záhonu, které je tvořeno dvojicí nekonečných gumotextilních pásů nasazených na hnací a hnané řemenice. Sousední větve pásů jsou k sobě přitlačovány ovíjejícími a přítlačnými kladkami. Mezi pásy jsou při pojezdu nad záhonem uchopovány řádkově nebo proužkově pěstované sazenice. Ústrojí svírá s vodorovnou rovinou úhel 20–30°, což umožňuje vyjímání sazenic z půdy, neboť vlivem pojezdové rychlosti v_s a relativní (oběžné rychlosti) pásů jsou sazenice vtaženy a unášeny mezi pásy. V přední části řádkových sklízečů bývají podorávací radlice, pasivní nebo vibrační, tvaru písmene U, opěrné kolo, případně děliče řádků. K odstranění přebytečné půdy dochází pomocí různých typů oddrnovacích ústrojí během unášení sazenic mezi pásy. Stroje mohou být opatřeny svazkovacím ústrojím, odkládacím zásobníkem, stranovým pásovým dopravníkem a ukládací plošinou. Nejčastěji jsou jednořádkové (tuzemský SKN - 20, zahraniční Plantlift, Liftmaster, Robot Combine, Rodemax, Quickharvestore), dvouřádkové (Lotus) nebo víceřádkové (český prototyp 4 řádkového sklízeče). Směnová výkonnost činí 40-120 000 ks sazenic.

b) sklízeče pracující celozáhonově - sestávající ze dvou základních celků, přední část je tvořena vyzvedávačem, na něj navazuje zadní část tvořená šikmým prutovým nebo hřebovým dopravníkem, kterým jsou sazenice dodávány na manipulační plošinu, kde jsou ručně tříděny, počítány do svazků a vázány vázacím ústrojím. Obsluhu tvoří 9 pracovníků. Celozáhonové sklízeče musí být taženy traktorem vybaveným **plazivou rychlostí (**80 m.h^{-1}). Směnová výkonnost činí cca 80 000–100 000 ks sazenic. Představiteli této skupiny je dánský stroj Fobro Lifter, ve Finsku je vyráběn stroj Harter, aj.

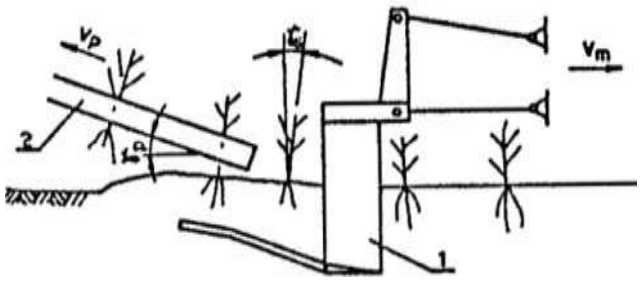


Nastavení skoby pro sklizeň

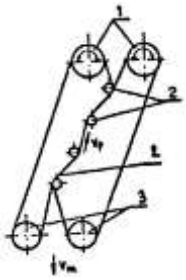
Obr. 8.49. Celozáhonová skoba

1 rám stroje, 2 podřezávací nůž, 3 náhon 4 vytřásací ústrojí

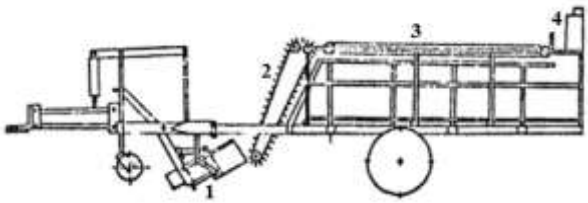
Obr. 8.50. Celozáhonový vyzvedávač semenáčků RL2-025



Obr. 8.51. Kinematika jednořádkového sklízeče

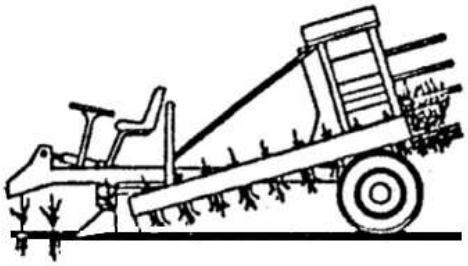


Obr. 8.52. Kinematika pásů jednořádkového sklízeče



1 vyzvedávač Fobro, 2 šikmý hřebový dopravník, 3 třídící a adjustační stůl, 4 vazač svazků

Obr. 8.53 Celozáhonový sklízeč sazenic Fobro-Lifter



Obr. 8.54. Jednořádkový sklízeč sazenic Plantlift

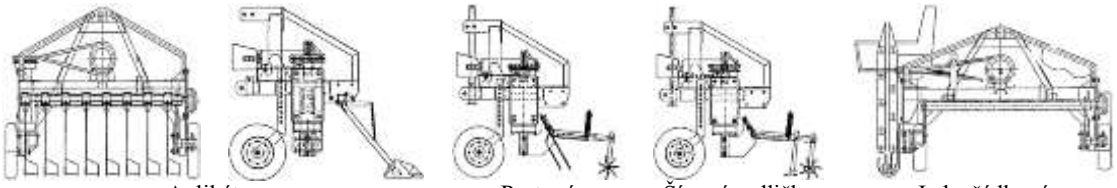
8.2.8. Manipulace se sadebním materiálem a jeho skladování

Pro **vnitroškolkovou dopravu sazenic** se používají běžné typy traktorových přívěsů se stínící plachtou, sazenice mohou být převáženy volně ložené, ukládány do klecových palet či do přepravek a pytlů, manipulovány vysokozdvižnými vozíky nebo adaptéry na tříbodovém závěsu traktoru. Pro dlouhodobé neztrátové skladování sadebního materiálu lesních dřevin od jeho podzimního vyzvednutí až do pozdního jara slouží **klimatizované sklady**, jež jsou častou součástí školek. Skladování sadebního materiálu při teplotách do +2 °C a relativní vzdušné vlhkosti od 93 do 96 % podstatně zpomaluje fyziologické pochody a prodlužuje vegetační klid. Skladovat lze všechny druhy sazenic, které musejí být vyzrálé, listnáče bez olistění, a nesmí být mokré. Sklady jsou v závislosti na objemu skladovaného materiálu různě velké, až do velikosti samostatné budovy, tepelně izolované prostory. Konstrukční uspořádání **chlazení skladu** je dvojího druhu, přímé a nepřímé. U přímého chlazení je chladný vzduch získáván v nezávislém chladícím agregátu a je nuceně vháněn do skladovacího prostoru se sazenicemi. Rozvod a cirkulace chladného vzduchu se děje rozvětveným kanálem vyústěným nízko na podlaze, který umožňuje rovnoměrný pohyb vzduchu a snižuje nebezpečí osychání sazenic (max. rychlost proudění je 0,05-0,1 $m.s^{-1}$). Přímé chlazení může být řešeno i umístěním chladících agregátů do prostoru skladu. Při nepřímém (plášťovém) chlazení cirkuluje v plášti skladu chlazený vzduch ve stěnách, pod střechou a podlahou, kam je vháněn z chladící komory. Vzduch se tak ve skladovacím prostoru ochlazuje sdílením tepla na vnitřních stěnách. Skladovací prostor je rozdělen na dvě části, a to na předsklad s přímým chlazením a na vlastní sklad s plášťovým chlazením, čímž je dosaženo dostatečné kapacity skladu. Nízká teplota vzduchu ve skladovacích prostorách vede k přirozenému snižování relativní vzdušné vlhkosti, proto je nutné u obou typů chlazení zabezpečit umělé zvlhčování vzduchu, nejlépe elektromechanickým zařízením (např. fy Defensor AG Zürich). Pro **předexpediční přípravu sazenic** jsou známa speciální zařízení pro třídění, svazkování, ošetření nadzemních i kořenových částí sazenic a pro balení sadebního materiálu, v našich lesních školkách se však téměř nepoužívají.

8.2.9. Multifunkční adaptéry pro lesní školky

Někteří výrobci ve snaze o širší uplatnění svých výrobků koncipují adaptéry k traktorům nikoliv jako jednotlivé volně připojitelné komponenty strojních souprav, ale jako stavebnicová řešení. Stavebnicově konstruované adaptéry využívají společný multifunkční rám, který se připojuje k závěsům traktoru, a do něj jsou pak napojovány jednotlivé adaptéry. Tím je dosaženo dvou cílů: unifikace

prvků strojního systému a jeho zlevnění. K výrobkům této skupiny lze řadit dánský systém Egedal nebo tuzemský Chameleon.



Aplikátor herbicidů | Prutový kypřič | Šípové radličky a rotační kypřič | Jednořádkový sklízeč sazenic

Obr. 8.55. Některé stroje ze systému Chameleon

8.3. Produkce krytokořenného sadebního materiálu

Technologie i technické prostředky a zařízení pro produkci krytokořenného (obaleného) sadebního materiálu je nutno rozlišit na dvě základní skupiny podle toho, zda obalené rostliny pocházejí z osetých obalů – **obalené semenáčky**, nebo vznikly osázením obalů – **obalené sazenice**. V rámci těchto dvou skupin je pak celá řada konkrétních forem obaleného sadebního materiálu i způsobů jejich produkce.

8.3.1. Zařízení pro výrobu krytokořenných semenáčků

Existuje mnoho konstrukčních principů plnicích a osévacích linek, které stojí na počátku produkčního cyklu obalených semenáčků. Tyto linky a zároveň i technologické postupy jimi realizované se liší

- druhem a typem použitého pěstebního obalu (pěstební jednotky bez přepážek, pěstební jednotky s přepážkami – buňkami = sadbovače)
- materiálem pěstebního obalu (plasty, papír, rašelina, ap.)
- druhem osévacího zařízení (mechanické, pneumatické, fluidní)
- plynulostí výrobního postupu (kontinuální, diskontinuální)
- stupněm technické vyspělosti a s ním spojenou úrovní produktivity, ap.

Při koncipování sestavy linky je nutno postupovat diferencovaně, zejména s ohledem na požadovaný objem výroby. **Plnicí a osévací linka** má tyto základní celky: **část plnicí** (plnění obalu substrátem, jeho zhutnění a úprava povrchu), **osévací**, **zasypávací** (pokrytí semene vrstvou zásypky), příp. zvlhčovací. Na vlastní linku navazují **manipulační uzly**, které jsou v podobě válečkových dopravníků, pásových dopravníků, stohovačů pěstebních obalů, převozních a manipulačních vozidel.

Charakteristika hlavních uzlů plnicích a osévacích linek

a) plnicí zařízení

Linky pro velkovýrobu krytokořenných semenáčků jsou vybaveny **samočinně pracujícími plničkami** pěstebních obalů (sadbovačů) substrátem. Skládají se z části příjmové, do které je dodáván substrát (nakladačem, pásovým dopravníkem ap.), a z vlastní plnicí části, jejímž základem je zpravidla stavitelný korečkový dávkovací dopravník. Korečky připevněné na unášeče řetězů nabírají substrát a vynášejí jej nad sadbovače. Odtud padá substrát přes clonu do sadbovačů, čímž je dávkováno nastavitelné množství substrátu do sadbovačů postupujících na pohyblivém dopravníku pod padajícím proudem substrátu. Substrát je zhutněn vibračním mechanismem, kmitajícími kartáči nebo lisováním a jeho povrch je srovnán a ometen, případně (linka Paperpot) jsou do povrchu buněk vytlačeny soustředné kónické jamky pro vystředění semen vysetých do buněk. **Plnicí zařízení u ručních linek** je tvořeno zásobníkem, ze kterého je substrát ručně odebírán, plněn do obalů, hutněn a srovnáván jeho povrch.

b) osévací zařízení

Osévání sadbovačů je téměř výhradně **stacionárními přesnými secími stroji**, které jsou v současnosti velmi často konstruovány na principu pneumatického bubnového výsevového ústrojí. Výsevový buben, do jehož pláště jsou vyvrtány v požadovaném sponu náběrové otvory, se otáčí souhlasnou rychlostí, jakou se pohybují sadbovače na dopravníku pod ním. Podtlakem vzduchu v bubnu se v zásobníku osiva na otvory nabírají semena (přebytečná se mechanicky nebo pneumaticky jednotí) a

otáčením bubnu jsou unášena nad sadbovač, kde přerušením podtlaku nebo mechanickým setřením z bubnu odpadávají na povrch substrátu. Pracují kontinuelně při výkonnosti až 800 sadbovačů za hodinu. Starší typy pneumatických secích strojů mají náběrové trysky umístěny plošně a osévají naráz celý sadbovač. Pracují diskontinuelně a jejich výkonnost činí až 120 sadbovačů za hodinu. Mechanické přesné secí stroje pro osévání sadbovačů jsou dvojí

- vysévací desky s kalibrovanými náběrovými otvory, které musí velikostí a tvarem odpovídat vysévanému semenu, které do nich zapadá a je z nich předáváno na povrch buněk
- vibrační secí ústrojí, které na principu miniaturního vibračního dopravníku nabírá osivo ze zásobníku, jednotí je a předává osévací liště, která v pravidelných a s pohybem sadbovačů sladěných intervalech dávkuje semena do buněk.

Kromě uvedených principů secích strojů existují i další principy, např. secí ústrojí pro fluidní výsev, tj. pro výsev naklíčených semen z vodní lázně, v praxi však není používán.

c) vkladače sadbovačů a napínače papírových voštin

Vkladače sadbovačů jsou zařízení, která synchronně ukládají prázdné sadbovače na pohyblivý pás linek před plnicí uzel. Pracují zpravidla poloautomaticky. Napínače papírových voštin jsou typické pro systém Paperpot a napínají (roztahují) složené voštiny do rozměrů odpovídajících pěstební podložce. Pracují poloautomaticky s využitím pneumatických prvků. Papírové voštiny však již v dnešní době nejsou prioritními druhy pěstebních obalů, i finská firma Lännen Tehtaat jako jejich dřívější typický výrobce, přešla na pevné pěstební obaly.

d) zasypávací zařízení

Slouží k pokrytí povrchu osetého substrátu zásypkovým materiálem (křemitý písek, perlit apod.). Aplikační ústrojí je většinou konstruováno na principu vynášecích válců s regulovatelnou rychlostí otáčení pro nastavení požadované výšky zásypky.

Jednotlivé funkční uzly plnicích a osévacích linek jsou většinou propojeny poháněnými dopravníky (pásovými, kladičkovými, válečkovými), které u velkovýrobních linek zajišťují mechanizovaný (automatizovaný) přesun sadbovačů mezi uzly i jejich manipulaci před a za linkou. V ČR jsou dlouhou dobu známé zahraniční linky systému Paperpot (papírové voštiny) a Kopparfors (plastikové sadbovače), k disposici byla i linka složená z tuzemských komponent (VS Křtiny). V zahraničí však existují mnohé další typy technicky progresivních linek, např. BCC, ENSO, Combicell, Finnpott, Ellepot, apod. Některá z těchto zařízení jsou používána i v ČR.

8.3.2. Zařízení pro výrobu krytokořenných sazenic

Linky pro plnění a osazování obalů slouží pro výrobu krytokořenných sazenic osazováním pěstebních obalů semenáčky, sazenicemi a řízky rostlin, a to prostokořennými nebo předpěstovanými v malých obalech. Existuje mnoho konstrukčních principů linek podle pěstebního obalu, způsobu osazování (ručně, mechanizovaně, automatizovaně), sadebního materiálu (prostokořenný, krytokořenný) a výrobního postupu při osazování (ukládání rostlin do prázdných obalů s následným zasypáním substrátem nebo opačně, pokládání rostlin na navrstvený substrát). Linky se odlišují i stupněm technické vyspělosti, produktivitou práce atd. Každá linka má **uzel plnicí** (substrátem) a **osazovací**, může mít i část hutnící, adjustační a vlhčící. Na vlastní linky navazují manipulační uzly. Nejznámějšími typy jsou: dříve velmi rozšířený systém Nisula (svinuté balíky), Mayer, Möschle, Javo (kelímky, sáčky).

Charakteristika typických plnicích a osazovacích linek

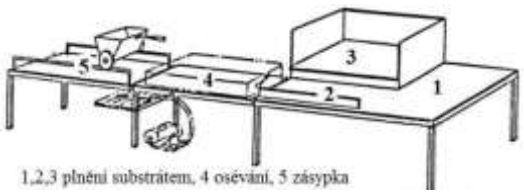
U metody Nisula se na pás z plastové fólie s navrstveným substrátem ručně ukládají sazenice po obou stranách kořeny k sobě, zasypou se substrátem a svinou do balíků, které se zajistí proti rozpadnutí ovázáním na dvou místech motouzem či páskou a poté rozříznou na dvě poloviny. Výrobu sazenic metodou Nisula lze při malovýrobě realizovat ručním způsobem na vhodných stolech, pro velkovýrobu jsou k disposici linky s produkcí až 80 000 ks sazenic za směnu. V dnešní době je tento systém pokládán za překonaný a nevyhovující z důvodu deformace kořenových systémů rostlin pěstovaných ve svinutých balících. Metoda "dělený" Nisula je progresivní modifikací základního způsobu s tím, že

vhodným tvarováním pásu se vytvářejí oddělené balíčky substrátu, tedy s menší deformací kořenových systémů. V ČR bylo vyřešeno několik variant této metody, např. ruční způsob podle Košuliče, nebo technicky velmi dokonalá strojní linka z lesní školky Johanka u Kamenice n. L. s výkonností cca 50 000 ks sazenic za směnu.

Plnicí a osazovací linky Mayer, Javo a Möschle jsou příkladem zařízení pro plnění a osazování jednotlivých obalů (plastikových nebo rašelinocelulózových kelímků či sáčků), jež jsou k nám importovány. Konstrukční princip je u všech typů obdobný, první část linky tvoří plnicí zařízení s korečkovým dopravníkem, kterým je substrát dodáván do obalů, do kterých předem obsluha ručně vložila rostlinu. Obaly pod plnicí místo přicházejí buď mechanizovaně (Mayer, Möschle - krokovým podávacím mechanismem) nebo jsou vkládány ručně (Javo, upravený stroj Mayer). Používány jsou pro produkci sazenic s většími objemy obalů (1 litr a více). Značný podíl lidské práce ovlivňuje produktivitu, která činí jen cca 5 000 ks sazenic na osobu a směnu, důsledkem čehož je vyšší cena sazenic.

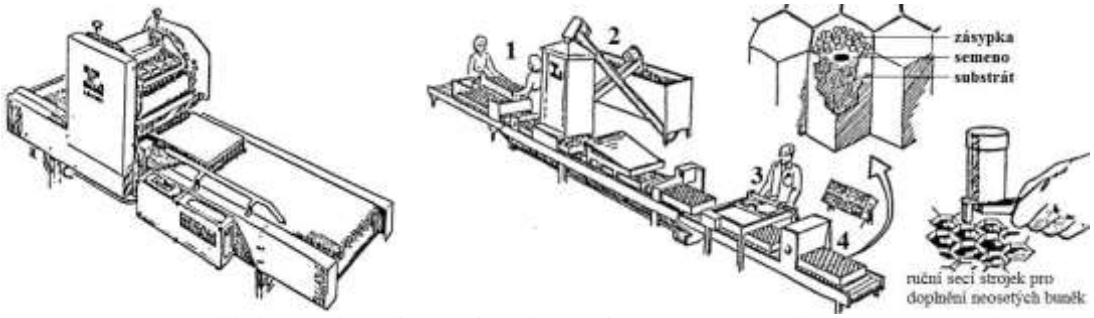
Linka pro osazování lesnických sadbovačů obalenými semenáčky vypěstovanými v maloobjemových sadbovačích (s buňkami 0,05 l), používaná ve Finsku, má tuzemskou verzi VS Křtiny. Pracovní postup spočívá v hromadném vyvrtání otvorů mnohavřetenným vrtacím ústrojím s kuželovými vrtacími elementy tvarově odpovídajícími kořenovým balům semenáčků použitých pro následné osazení buněk sadbovačů do substrátu v naplněném sadbovači, např. typu LS 24/250 (s buňkami 0,25 l). Vlastní osazování je ruční s produktivitou 9 000 ks semenáčků za směnu na osobu.

V zahraničí i v tuzemsku existují ještě další zařízení pro výrobu krytokořenných sazenic, např. pro plnění a osazování rozpojitelných obalů, obalů síťových, lisovaných rašelinových destiček, jejichž použití v ČR je sporadické. **Nové pojetí obaleného sadebního materiálu** se rozvinulo v průběhu 80. let 20. století a postupně se prosadilo v řadě lesnicky vyspělých zemí. Lze je charakterizovat jako vysoce racionalizovanou (s prvky automatizace) produkci obaleného sadebního materiálu (OSM) středního typu, pěstovaného z výsevu v pevných vícebuněčných plastových sadbovačích, v intenzivním, nejvýše dvouletém pěstebním cyklu, a jako náhrady za prostokořenný sadební materiál v běžných (nikoliv jen extrémních) podmínkách. Např. u smrku jde o semenáček o výšce nadzemní části 26-35 cm, s velikostí balu 0,2-0,3 l s příslušnou variabilitou podle dřevin. Existují dvě základní varianty pěstování OSM středního typu: pěstování výsadbyschopných obalených semenáčků a pěstování obalených sazenic vypěstovaných z malých obalených semenáčků, jež jsou přesazeny do sadbovačů s větším objemem buněk. Zdá se, že druhá varianta je producenty sazenic upřednostňována, a to z důvodů lepšího využití pěstební plochy ve školce, možnosti vypěstovat kvalitnější a s tříděním semenáčků i homogenizovaný sadební materiál. V Evropě je to hlavně Švédsko a Finsko, kde se OSM tohoto typu významně podílí na celkové produkci lesních sazenic, v poslední době více jak 80 %. Někteří velcí vlastníci lesa zabezpečují umělou obnovu ze 100 % OSM z vlastních školek. Např. švédská společnost STORA SKOG AB (1,5 mil. ha hospodářského lesa) se 14 % přirozené obnovy a s 5 % obnovy síjí, produkuje pro zbývajících 81 % umělé obnovy 35 mil. kusů OSM ve dvou vlastních školkách s vyloučením prostokořenných sazenic. Kanadská Britská Kolumbie při přechodu z exploatačního na hospodářské pojetí lesního hospodářství zvýšila produkci sazenic v krátké době na 10 násobek jen díky přechodu na středně silný OSM. Ve střední a západní Evropě se středně silný OSM úspěšně prosazuje teprve v posledních letech. I v některých zemích, v nichž tradičně dominovala produkce prostokořenných sazenic (SRN, Francie, Rakousko) se podíl středně silného OSM zvyšuje a lze odhadnout, že činí 60 % celkové školkařské produkce. Vedle některých tradičních velkoškolek, zůstávajících u produkce prostokořenné sadby zaběhnutou technologií, v těchto zemích paralelně existují četné malé, střední i velké školky, dodávající výpěstky středního typu OSM. V nedávné době bylo např. v Polsku vybudováno již deset velkoškolek pro střední typ OSM s dodávkou „na klíč“.



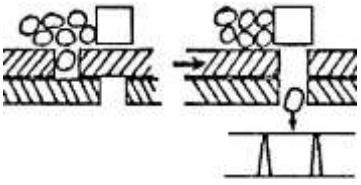
Obr. 8.56. Ruční plnicí a osévací linka Paperpot

Obr. 8.57. Ruční pneumatický secí stroj

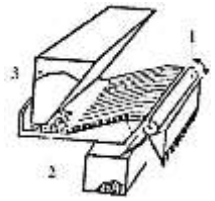


1 napínání a vkládání voštin na dopravník, 2 plnění substrátem, 3 secí stroj, 4 zasypávač výsevů

Obr. 8.58. Plnicí a osévací linka Paperpot

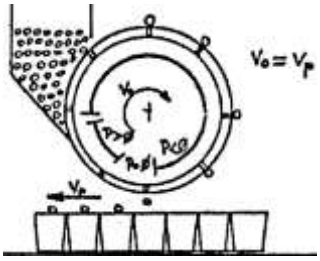


Obr. 8.59. Deskový secí stroj

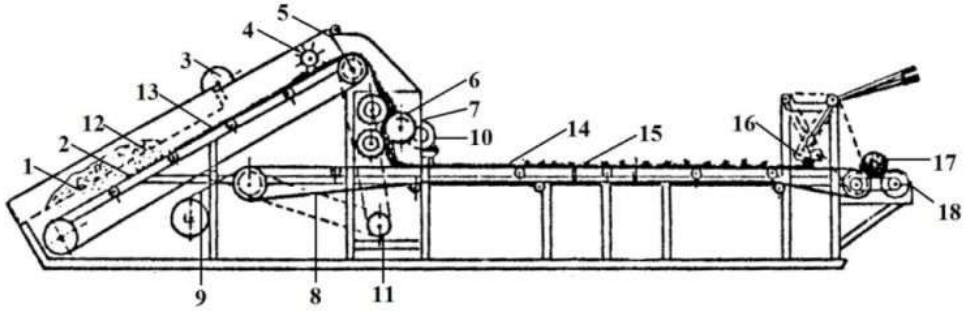


1 výsevový váleček 2 vibrační jednotič a dopravník semen 3 zásobník semen

Obr. 8.60. Mechanický secí stroj

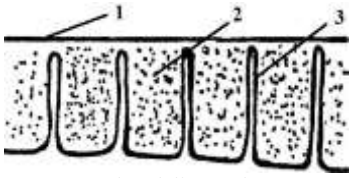


Obr. 8.61. Bubnový secí stroj



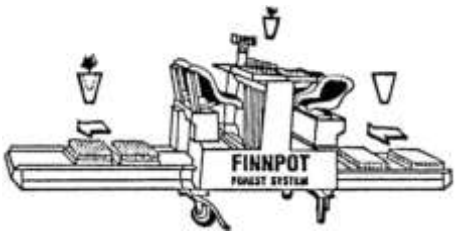
1 vibrační síto 2 elevátor 3 vibrátor 4 váleček na srovnání vrstvy substrátu 5 srovnávací a seřizovací škrabka 6 dávkovací válce 7 skříň 8 pás dopravníků o šířce 800 mm 9 pruh PVC šířka 350 mm 10 pohonný motor dávkovacích válců 11 pohon elevátoru a pásového dopravníku 12 rašelinový substrát rozmělněný 13 přesátý substrát 14 urovnaná vrstva substrátu na fólii PVC 15 ručně položený semenáček na substrátu 16 rolovací mechanizmus 17 dvoustranný balík sazenic 18 koncový rolovací válec

Obr. 8.62. Plnicí a osazovací linka Nisula



1 svrchní fólie 2 substrát 3 spodní fólie tvořící přepážky mezi kořenovými baly

Obr. 8.63. „Dělený“ Nisula podle školky Johanka



Obr. 8.64. Linka pro osazování obalů obalovanými semenáčky

Další významná technologická varianta je mezistupněm mezi PSM a OSM. Jde o výpěstky označované jako ***Plug+*** charakteristické tím, že semenáčky z předjarního výsevu jsou vypěstovány ve foliových krytech v sadbovačích s průměrem balu <3 cm, počátkem léta jsou automaticky i s balem zaškolkovány na volný záhon a dopěstovány k výsadbě jako jedno až dvouleté PSM. Předností tohoto typu sazenic má být bohatý a rovnoměrný kořenový systém, zkrácení výrobního cyklu a odstranění pracného klasického školkování.

V Evropě existuje řada výrobců komponent pro **technologické řetězce (výrobní linky) pro pěstování středního typu OSM**, jako stroje pro přípravu substrátu, plnicí a osévací, příp. přesazovací či osazovací uzly, systémy pro zavlažování a výživu rostlin, manipulační a transportní zařízení, jakož i všechny další prvky včetně pěstebních krytů. Pozoruhodné je, že se ve značné míře jedná o stroje standardních principů. Velmi široká je i nabídka pěstebních obalů. Převládají hromadné tuhé obaly vylisované z plastů, mající podobu soustavy pěstebních buněk uspořádaných do půdorysu obdélníku. Tato základní koncepce sadbovačů usnadňuje mechanizaci či automatizaci výroby. Některé sadbovače jsou vyrobeny z rozpojitelných listů, což usnadňuje vyjímání sazenic z obalů při jejich výsadbě.

Jedním z nejmodernějších systémů pro produkci obalených semenáčků středních dimenzí je systém **ELLEPOT** tvořený výrobky firmy Ellegaard (Dánsko). Lze říci, že spojuje výhody systému Paperpot (tj. růstový substrát kořenového balu válcovitého tvaru je fixován papírovou fólií, v půdě se rozpadající, přičemž průměr balu je volitelný v rozmezí 15 – 50 mm) s pevnými sadbovači, umožňujícími snadnou manipulaci i prostorovou přesnost rozmístění rostlin. Plnicí a osévací linky ELLEPOT jsou vyráběny v několika modifikacích, od typu s ručním ovládáním s hodinovou výkonností 9000 ks naplněných a osetých balíčku, až po typy plně automatizované s hodinovou produktivitou 40000 ks naplněných a osetých balíčku. Balíčky jsou vytvářeny na základě podobných principů, jako používají některé potravinářské balicí stroje (např. na uzeniny), tj. pásek papírové fólie vhodné šířky je příslušným ústrojí linky stáčen do podoby hadice, do které je v okamžiku spojení dávkován rašelinový substrát. Tím kontinuálně vzniká substrátem naplněná papírová hadice, která je v dalších uzlech linky příčně nakrájena na jednotlivé pěstební baly požadované výšky, které jsou následně ukládány do buněk manipulační podložky, osety přesným secím ústrojím a případně zasypány. V manipulačních podložkách jsou pak vypěstovány semenáčky obvyklým způsobem. Např. tento typ obalených semenáčků může být vysazován nejen ručně či obvyklými principy sázecích strojů, nýbrž i sázecími hlavicemi na výložnících bagrů (viz kap. 10, obr. 10.55.). Pomocí komponent systému ELLEPOT lze taktéž vytvořit výrobní linku pro automatizované osazování větších obalů semenáčky vypěstovanými v obalech menších (tj. obalem o ø 15 mm je osazován obal např. o ø 60 mm). Tím lze postup produkce obaleného sadebního materiálu tzv. středního typu dále zproduktivnit a zefektivnit – viz též výše.

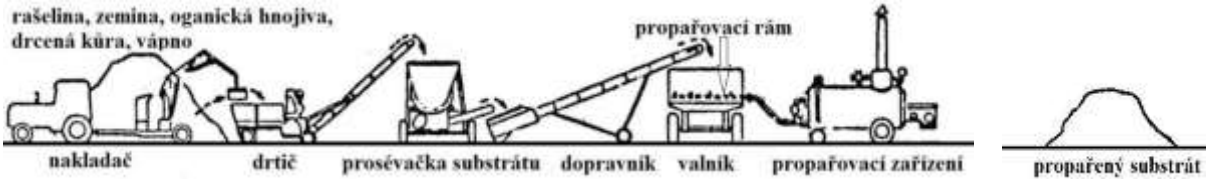
a b

Obr. 8.65. Plnicí a osévací linky ELLEPOT a-manuální, b-automatizovaná

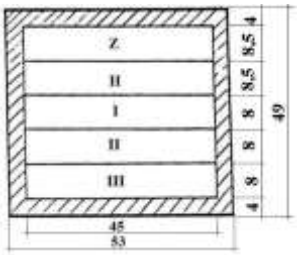
8.4. Technika výroby růstových substrátů

Komplex strojů, zařízení a prostor pro výrobu umělých substrátů (kůrových, kůrorašelinných) pro pěstování sadebního materiálu se nazývá **kompostárna**. Funkční soubor kompostárny zahrnuje vlastní výrobní plochy kompostů, dostatečně dimenzované jímky s čerpadly, závlahový systém, příjezdní komunikace, prostory pro stroje na úpravu zrnitosti a chemismu kompostu, skládky kůry, skládky hotového kompostu a pomocné prostory. Podklad ploch musí být opatřen hydroizolační vrstvou, zamezující průsaku výluhů do podloží. Typizované projekty kompostáren pro lesní hospodářství byly zpracovány Lesprojektem (1986, 1987). Velikost výrobní plochy kompostárny závisí na požadované produkci a technologickém postupu, např. pro roční výrobu 4 000 m^3 kompostu je nutná výměra výrobní plochy cca 2 600 m^2. Výrobní plocha je členěna na 5 těsně sousedících pruhů, na kterých se ukládají a kompostovacím procesem zpracovávají vstupní suroviny. Kůra se naváží na zakládací pruh na podélnou hromadu o výšce do 2,5 m a šířce základny do 8,5 m, po jehož zaplnění vzniká

kompostovací jednotka, která je po celou dobu své existence na výrobní ploše ošetřována i expedována jako jeden celek. Během výrobního cyklu je kompostovací jednotka přemístěna překopáváním na sousedící pruhy (1 homogenizační a 3 technologické překopávky). Materiál na hromadách je zavlažován a obohacován živinami. Pro překopání lze použít univerzálních kolových nakladačů nebo speciálních překopávačů kompostů. Zrnitostní složení kompostů se upravuje drcením a prosíváním na kladivových drtičích, vibračních a bubnových sítech, uspořádaných do strojních linek. Kompostování je usměrněno ČSN 46 5735 Průmyslové komposty, a podnikání při něm zákonem 455/91 Sb. (živnostenský zákon) a zákonem č.125/97 Sb. (o odpadech). Provozování kompostárny je možné jen se souhlasem příslušného obecního úřadu, který musí souhlasit i s provozním řádem. Další povinností provozovatele, vyplývající ze zákona č. 22/97 Sb. (o technických požadavcích na výrobky) a ze zákona č. 634/92 Sb. (o ochraně spotřebitele), pokud formou prodeje uvádí kompost do oběhu, je získání osvědčení o způsobilosti kompostu k uvedení na trh, které vydává Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Praha 5. Podle obsahu cizorodých příměsí tato instituce rozhodne o přípustnosti použití kompostu pro zemědělskou výrobu, nebo jen pro nezemědělské použití.



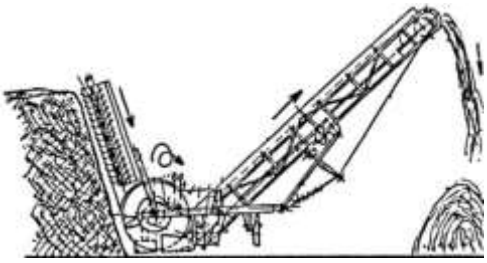
Obr. 8.66. Schéma postupu kompostování



Z zakládací pruh
H homogenizační pruh
I pruh po 1. technologické překopávce
II pruh po 2. technologické překopávce
III pruh po 3. technologické překopávce
Šrafovaně jsou manipulační prostory

Rozměry jsou v m

Obr. 8.67. Prostorové uspořádání kompostárny s roční kapacitou 4 000 m³ kompostu



Obr. 8.68. Překopávač kompostu PKN-87

Charakteristika základních strojů pro výrobu kompostů

Překopávače kompostů jsou opatřeny frézovací hlavicí drobící a promíchávající substrát, a bočně neseným pásovým dopravníkem přemisťujícím substrát na sousední pruh. Jsou řešeny jako adaptéry k UKT nebo samochodné stroje.

Operace	Typ stroje	Výrobce	Výkonnost	Pracovní orgán
Překopávání	Čelní nakladač traktorový ND 5-014	ČR	45 $m^3.h^{-1}$	lopata
	Čelní nakladač UN-05	SR	110 $m^3.h^{-1}$	lopata
	Překopávač kompostů PKN-87	ČR	200 $m^3.h^{-1}$	fréza, dopravník
	Překopávač kompostů Komp Tur	Rakousko	280 $m^3.h^{-1}$	fréza, dopravník
Drcení kompostu	Drtič kůry TL2-002	ČR	10 $m^3.h^{-1}$	kladivový rotor
	Drtič komponentů substrátu RM-0510	ČR	až 20 $m^3.h^1$	kladivový rotor
	Drtič substrátu Berkili	Rakousko	až 8 $m^3.h^{-1}$	pásová fréza
Prosévání	Prosévačka substrátu RM5-011	ČR	až 18 m^3. h^{-1}	bubnové síto
	Vibrační síto AVS-010	ČR	až 10 m^3. h^{-1}	rovinné šikmé síto
Propařování	Parní generátory Möschle	Rakousko	150–2000 kg páry.h^{-1}	kotel vytápěn naftou
Manipulace	Dávkovací dopravník ND-215	ČR	až 14 m^3. h^{-1}	gumotextilní pás
	Pásový dopravník ND-214	ČR	až 15 m^3. h^{-1}	gumotextilní pás

Tab. 8.3. Technické parametry některých strojů pro přípravu substrátů

Drtiče kompostu - pracovní ústrojí tvořeno rotorem (1 200-2 500 min^{-1}) se zavěšenými výkyvnými kladivy a bubnovým statorem. Jsou použitelné zejména na navětralou kůru.

Bubnové prosévačky jsou vybavené rotačním bubnovým sítem a používají se pro prvotní hrubé přetřídění frakcí substrátu (max. 20 mm), který prosévačkou kontinuálně prochází.

Vibrační síta jsou plochá šikmo postavená síta pro jemné prosetí substrátu (max. 16 mm). Zdrojem vibrací je mechanické ústrojí poháněné elektromotorem.

Propařovací zařízení je tvořené generátorem vodní páry, jež je dle daných podmínek přiváděna do propařovacího žlabu, upraveného valníku (pára prochází substrátem zdola nahoru) nebo pod fólii pokrývající vrstvu substrátu (pára působí shora).

Pásové dopravníky transportují substrát mezi jednotlivými stroji tvořícími uzly výrobní linky.

8.5. Skleníky a foliové kryty

Skleníky a foliové kryty (folníky) jsou používány k intenzifikaci produkce rostlin řízením růstového prostředí, tj. pro regulaci teploty a vlhkosti vzduchu a půdy, obsahu živin, CO_2, délky doby osvitu, a prodloužení vegetační periody. **Skleníky** jsou trvalé konstrukce, nejčastěji z ocelových povrchově upravených nosníků zasklených skleněnými nebo plastovými tabulemi. Nejrozšířenějším typem skleníku byl v ČR donedávna tuzemský Z-LUR D2 s kovovou nosnou konstrukcí průjezdný UKT, v současnosti je na trhu řada dalších typů. Konstrukční systém uvedeného skleníku je v modulu š 6 x d 13 m, ve kterém lze sestavit skleníky o libovolném počtu lodí a délce do 93 m. Náhrada skla dutými plastovými deskami uspoří u skleníků až 75 % energie na vytápění. U **foliových krytů** lze konstatovat, že dříve převážně používané folníky Olbramovice s obloukovou nosnou konstrukcí s půdorysem 9 x 50 m je možno v dnešní době nahradit mnoha jinými výrobky. Folníky klasické konstrukce jsou průjezdné UKT pouze ve střední části. Specielním výrobkem pro lesní školky je slovenský LES-PEK s profilem umožňujícím plný průjezd UKT s obloukovou kovovou nosnou konstrukcí 9 x 50m. Výhodné, levné, vlastními silami snadno zhotovitelné a zejména v zahraničí často používané jsou foliové kryty s nosnou konstrukcí z dřevěných lepených vazníků. Toto řešení umožňuje volbu libovolného tvaru a velikosti rozpětí oblouku až 24 m, a podstatné snížení pořizovacích nákladů, neboť výrobu lepených vazníků může realizovat budoucí uživatel folníku.

8.6. Stroje a zařízení pro přepravu sazenic

Zejména v procesu školkařské velkovýroby se přeprava sazenic stává důležitým prvkem ovlivňujícím vitalitu sazenic a majícím přímý vliv na velikost ztrát na zakládaných kulturách. Základním manipulačním prvkem pro přepravu sazenic je přepravní obal, ve kterém mají sazenice zůstat od vyzvednutí ve školce až po vysazení na zalesňovanou plochu. Nejčastěji užívanými obaly u nás jsou plastikové přepravky s půdorysem 40x60 cm, převzaté z jiných odvětví. Zejména v zahraničí se používají jako přepravní obaly též plastikové pytle a kartonové krabice. Pro dopravu stohovaných přepravek se používají **plošinové europalety** o půdorysu 80x120 cm. Pro přepravu svazků sazenic uložených v pytlích nebo s kořeny přebalenými plastovou fólií se v ČR vyrábí stohovatelná klecová paleta o rozměrech 80x100x100 cm, která je použitelná i pro skladování sazenic v klimatizovaných skladech.

Obr. 8.69. Rozvoz sazenic po pasece na plošině NLP-720

Nákladními vozidly vhodnými pro odvoz palet jsou nákladní automobily s valníkem nebo přívěsem, schopné provozu po lesních komunikacích. Vozidla je vhodné vybavit hydraulickým výložníkem a opatřit stínící plachtou na nosné konstrukci. Pro dálkovou přepravu sazenic lze použít chladírenské přívěsy zabraňující přehřátí uložených sazenic.

Pro nakládání sazenic na automobily lze použít různých typů zdvihacích zařízení (vysokozdvižné vozíky, čelní nakladače, hydraulické výložníky), pásových dopravníků ap.

Pro sekundární rozvoz sazenic na pasečných plochách jsou vhodné nesené plošiny na 3 bodovém závěsu UKT (např. typ NLP-720 s nosností 720 kg), přívěsy za traktor a v terénech nepřístupných UKT lesní lanovky, navijáky, koňské potahy nebo samohybné malé soustřeďovací prostředky - železné koně nebo terénní čtyřkolky. V zahraničí jsou vyráběny účelné ruční vozíky pro rozvoz sazenic po pasečné ploše.

8.7. Pěstování a výsadba velkého sadebního materiálu

Pěstování velkého sadebního materiálu, poloodrostků a zvláště odrostků může být **v lesním hospodářství** aktuální pro urychlení obnovy rozsáhlých kalamitních holin, při obnově lesa v těžko zalesnitelných lokalitách a v poslední době nabývá na významu při vnášení melioračních a zpevňujících dřevin do smrkových monokultur. V podmínkách lesního hospodářství se za velký (vzrostlý) sadební materiál považují poloodrostky – rostliny s nadzemní částí o výšce 51 - 120 cm, a odrostky - rostliny s nadzemní částí o výšce 121 - 250 cm. Další oblastí, ve které je používán velký sadební materiál, svými rozměry výrazně přesahující parametry stejně označovaného sadebního materiálu v lesnictví, je městská zeleň, zakládání a obnova parků a stromořadí a ve všech dalších variantách činností, které lze souhrnně označit jako **zakládání a obnova mimolesní dřevinné vegetace** (dále jen **veřejná zeleň**). Při zakládání a obnově veřejné zeleně jsou používány sazenice dřevin a keřů jak standardních dimenzí, tak i dimenzí odpovídajících vzrostlým sazenicím pro LH, jsou však používány i stromy, které mohou dosáhnout dimenzí i několika metrů (3 i více m), dokonce i dospělí stromoví jedinci.

Technologické postupy pěstování velkého prostokořenného i obaleného sadebního materiálu jak pro potřeby lesního hospodářství, tak i pro potřeby zakládání a obnovy veřejné zeleně (zde zejména), se v mnohém odlišují od postupů, používaných při produkci sadebního materiálu standardních dimenzí, resp. tyto postupy doplňují o některé operace. K nim patří tzv. druhé školkování, při kterém jsou přesazovány sazenice běžných velikostí (cca 70 i více cm), případně jsou podřezávány kořeny velkých sazenic (až okolo 1,5 m výšky) pěstovaných ve volné půdě, významnými operacemi je však i dobývání tzv. Hroudových sazenic (sazenice vyzvedávané s balem půdy), významnou operací je i sklizeň a manipulace velkého sadebního materiálu.

Z pohledu technického jsou tyto činnosti typické tím, že vyžadují použití speciálních strojů, jako jsou školkovací (vzhledem k dimenzím sadebního materiálu označované i jako přesazovací stroje), podřezávače velkých sazenic, vykrajovače hroudových sazenic, vyorávače a sklízeče (dobývače) velkých sazenic (včetně dospělých strojů stromů). Jedním z významných předpokladů velkovýrobní technizace prací je v daném případě disponibilita traktorů s velkou světlou výškou a dostatečným výkonem motoru.

Pěstování vzrostlých sazenic pro LH

Používání velkých (vzrostlých, silných) prostokořenných i obalených sazenic lesních dřevin má ve středoevropských podmínkách dlouhou tradici, sahající mnohdy až do středověku (Německo). Výsadba velkých sazenic byla v minulosti zvláště aktuální tehdy, když se po živelných, nebo hmyzích kalamitách vytvořily extrémní podmínky pro zalesňování na zabuřenělých holinách. Používání velkých sazenic bývalo běžnou technikou umělé obnovy i v Čechách i na Moravě již v 19. století, používalo se i ve 20. století (např. Opočno, Písek, aj.). V období po 2. světové válce byly v umělé obnově lesa většiny středoevropských států preferovány sazenice středních dimenzí. Protože použití vzrostlých sazenic usnadňuje rychlejší odrůstání kultur ze zóny ohrožení buření a lesní zvěří, je tento způsob obnovy lesa aktuální na vybraných stanovištích i v současné době (Dušek, 1980). Důkazem toho je, že v posledních letech v některých evropských zemích včetně České republiky nastává

obnovení zájmu o výsadbu poloodrostků a odrostků lesních dřevin listnatých i jehličnatých druhů dřevin.

Za předpokladu použití sazenic dobré fyziologické a morfologické kvality a vhodného způsobu výsadby, skýtá na určitých stanovištích umělá obnova lesa velkým sadebním materiálem oproti užití standardních sazenic významné **přínosy** pěstebního, ale i ekonomického charakteru (možnost použít výrazně nižšího počtu sazenic pro zalesňování, rychlé odrůstání buřeni a zvěři a rychlejší dosažení stavu zajištěné kultury, vylepšování a doplňování kultur melioračními dřevinami, aj.). Je třeba zdůraznit i **problémy** při použití velkých sazenic **(**obecný nedostatek kvalitních velkých sazenic a vyšší náklady na jejich získávání, vysoká náročnost na technologickou kázeň v celém procesu získávání i užití sadebního materiálu, intenzivnější dopady selhání tzv. lidského faktoru, nedostatečné vybavení lesnického provozu vhodnými technickými prostředky, apod., Neruda, 1999).

Velký sadební materiál pro potřeby LH může být pěstován jako prostokořenný i krytokořenný. Existuje více technologických postupů, pro které lze sestavit ze současné nabídky výrobců vhodné soustavy technických prostředků. Příklad je uveden v tabulce č. 8.4. Tato tabulka neobsahuje všechny operace, jež jsou nutné pro vypěstování vzrostlého sadebního materiálu – byla by příliš obsáhlá. Ty operace, které jsou shodné s technologiemi produkce standardního sadebního materiálu (příprava půdy, výsev osiva, závlaha, kultivace záhonů, atd.) byly charakterizovány v dřívějších statích. Tabulka tedy obsahuje především charakteristiky operací a příslušných technických prostředků, jež jsou charakteristické pro technologie pěstování vzrostlého sadebního materiálu. K nim náleží např. školkovací stroj pro druhé školkování, podřezávače kořenů, apod.

Podobný příklad technologie je dále uveden v tabulce 8.5, a to pro pěstování prostokořenných odrostků pro obnovu lesa.

Z uvedených příkladů technologií produkce poloodrostků či odrostků pěstovaných ve volných záhonech a používaných jako prostokořenné, příp. jako hroudové, je zřejmé, že skladba potřebných technických prostředků je skutečně specifická oproti technologiím produkce standardního sadebního materiálu. Pro hromadnou (tedy nikoliv kusovou nebo málo početnou) produkci vzrostlého sadebního materiálu pro obnovu lesa je disponibilita specializovaných technických prostředků zásadní podmínkou jak věcného zabezpečení této produkce, tak zejména její efektivity.

Poř. č. oper.	Operace	Poř. č. prostř.	Typy technických prostředků	Původ prostř.	Základní technicko-ekonomické parametry	Pozn.
1.	Podřezávání kořenů semenáčků a sazenic standardních dimenzí (první podřezávání)	1.	Podřezávač kořenů aktivní - Chameleon (základní provedení)	ČR	šířka záběru: 1500 mm, hloubka podřezání: do 30 cm, řez horizont. i vertik., výška saz. do 60 cm, pohon: traktor 40 kW, prac. rychlost: 1 - 2 km/h, obsluha: řidič+pomocník, lze použít i při vyzvednutí každého 2. řádku pro spon řad 42 cm	u vyšších sazenic nutný ochranný kryt na traktoru,
		2.	Podřezávač aktivní Egedal Prunemaster	Imp.	šířka záběru: 1500 mm, hloubka podřezání: do 15 cm, řez horizont. i vertik., sazenice v řádcích, pohon: traktor 40 kW, prac. rychlost: 1 - 2 km/h, obsluha: řidič+pomocník	
2.	Podřezávání kořenů sazenic vyšších 60 cm (druhé podřezávání)	3.	Podřezávač kořenů aktivní - Chameleon (zvýšená verze)	ČR	upravená verze stroje ad 1., zvětšení pracovní hloubky na 35 cm a průchodnosti pro sazenice o výšce do 80 cm, ostatní údaje shodné, nutno použít speciální traktor se zvýšenou světlostí!	vhodný jen do specializovaných provozů - nutnost spec. traktoru!
		4.	Jednořádkový podřezávač CDO-60	Imp.	podřezávač tažený portálovým traktorem nebo lanem navijáku, pasivní nůž tvaru U v provedení pro hloubku záběru do 40 cm, ruční směrové navádění, 2 pracovníci, prac. rychlost do 1 km/h	vhodné pro specializované velkovýrobní provozy
3.	První školkování	5.	Školkovací stroj RL2-035	ČR	Sedmiřádkový školk. stroj s ruční obsluhou, rozestup řádků 208 mm, semenáčky do 25 cm výšky, traktor 40 kW, obsluha 1 + 8 osob, prac. rychlost do 250 m/h	
		6.	Školkovací stroj Egedal Super - Prefer	Imp.	obdobné parametry jako ad 5	

4.	Druhé školkování	7.	Variabilní školkovací stroj ze sázecích článků	ČR	stroj využívající školk. články s vynášecími sázecími radličkami, šířka rýhy: cca 10 cm, výška sazenic: 25 - 80 cm, počet (1 - 5) a rozestup článků volitelné, pohon: traktor 40 kW (u vícečlánkové verze), obsluha ruční, prac. rychlost: 300 m/h	není použitelný v porostu, vyžaduje řádně zpracovanou půdu záhonu
		8.	Přesazovací stroj HARI	Imp.	čtyřřádkový stroj s ruční obsluhou, výška sazenic do 100 cm, výsadba do rýh (sázecí rýhovací radlice), články v neměnném rozestupu, traktor 40 kW, rychlost 300 m/h,	
5.	Tvarování koruny	9.	Ruční zahradnické nářadí	ČR, Imp.	klasické ruční střihací nářadí - nůžky	ruční i poháněné nářadí je vhodné i pro úpravu kořenů vyzvednutých sazenic
		10.	Poháněné stříhací nářadí	Imp.	pohon vzduchem nebo hydraulicky, nutný zdroj energie; vhodné jen pro specialisované velkoprovozy	
6.	Sklizeň	11.	Vyorávač velkého sadeb. materiálu Chameleon	ČR	jednořádkový, bočně nesený, prac. hloubka max. 40 cm, traktor 40 kW, 1 prac., prac. rychlost 1 - 2 km	
		12.	Vyorávač velkého sadeb. materiálu Fobro	Imp.	obdobné parametry jako ad A/11, prac. hloubka 50 cm	
		13.	Adjustační a balící stojan	ČR	balení do plast. pytlů, výkonnost dle sazenic cca 3 - 4 pytle/min, 2 prac.	

Vysvětlivky: Původ prostředku: ČR ... tuzem. výroba existuje nebo je reálná, Imp. ... dovoz

Tab. 8.4. Příklad technologie a soustavy technických prostředků pro pěstování prostokořenných poloodrostků pro LH

Na obr. 8.70. jsou znázorněny charakteristické příklady strojů používaných při produkci vzrostlého sadebního materiálu pěstovaného na záhonech. Jednořádkový podřezávač kořenů je použitelný i pro druhé podřezávání, kdy sadební materiál již svou dimenzí neumožňuje průjezd traktoru nebo nosiče nářadí nad záhonem. V takovém případě je podřezávač (který je veden pracovníkem za kleče) tažen lanem, které je navíjeno na buben navijáku neseného např. traktorem, stojícím mimo záhon. Podmínkou pro použití těchto strojů je půda bez velkých příměsí (kameny, kořeny, apod.).

Přesazovací stroj má jednoduchou robustní konstrukci, má obdobné součásti jako sázecí stroj. Je tažen traktorem a do rýhy v půdě vytvořené sázecí radlicí jsou vkládány ručně dvěma pracovníky přesazované sazenice, jejichž kořenový systém je následně zahrnut pomocí dvojice zahrnovacích radliček a utlačen v půdě dvojicí šikmo posazených kol. Konstrukce stroje umožňuje přesazovat i velmi veliké jedince (až okolo 4 m výšky). Před přesazením však musí být adjustován kořenový systém, mj. proto, aby byla omezena jeho případná deformace.

jednořádkový podřezávač kořenů polodrostků a odrostků (bývá tažen lanem)

školkovací/přesazovací stroj (výška přesazovaných jedinců až 4 m)

vyzvedávač hroudových sazenic (kulovitý bal)

Obr. 8.70. Charakteristické stroje pro pěstování vzrostlého sadebního materiálu na záhonech

Vyzvedávač hroudových sazenic s kořenovým balem ve tvaru polokoule je jedním z nejznámějších a nejčastěji používaných strojů pro dobývání krytokořenných odrostků pěstovaných ve volné půdě. Lze jej zařadit i do skupiny tzv. přesazovačů (viz další kapitola). Pracovním nástrojem je nůž obloukovitého tvaru, umístěný na nosníku energetického prostředku (zpravidla speciálně určeného k tomuto účelu). Nůž je na obou koncích uložen v nosníku a hydraulicky je zajištěn jeho krouživý pohyb kolem osy uložení. Při práci (viz obr. 8.73.) je nosník položen k patě stromu, nůž vykoná obkroužení, tím vykrojí bal tvaru polokoule, následně se vrátí o 90° do spodní polohy (poloha D na

obr. 8.73.) a přizvednutím nosníku dojde k vyzvednutí kořenového balu z půdy (nůž stroje přitom působí jako nosník balu). Tyto stroje jsou vyráběny v širokém spektru velikostí, umožňujících vykrajovat kořenové baly od průměru 22 cm. Největší z nich vykrajují kořenový bal o průměru 150 cm. Podmínkou pro použití i těchto strojů je půda bez velkých příměsí (kameny, kořeny, apod.).

Poř. č. oper.	Operace	Poř. č. prostř.	Typy technických prostředků	Původ prostř.	Základní technicko-ekonomické parametry	Pozn.
1.	První podřezávání kořenů semenáčků	14.	Podřezávače - stejné jako ad tab. 8.4.			
2.	První školkování	15.	Školkovací stroje - stejné jako ad tab. 8.4.			
3.	Druhé školkování - sazenice jako poloodrostky	16.	Školkovací a přesazovací stroje - stejné jako ad tab. 8.4.			
		17.	Nesené jamkovače (např. JN 90-U, Bystroň, Fehrenbach, Block WB 1)	ČR/Imp.	traktor 40 kW, jedna nebo více vrtacích hlavic, výkonnost 300 - 500 jamek/h (u ztrojené verze), výsadba do jamek ruční	pro malé provozy použitelné i přenosné jamkovače
4.	Druhé podřezávání ve velikosti odrostků	18.	Jednořádkový podřezávač CDO-60	Imp.	podřezávač tažený portálovým traktorem nebo lanem navijáku, pasivní nůž tvaru U v provedení pro hloubku záběru do 50 cm, ruční směrové navádění, 2 pracovníci, prac. rychlost do 1 km/h	vhodné pro specialisované velkovýrobní provozy
5.	Vyzvedávání jako prostokořenné odrostky	19.	Vyorávač velkého sadeb. materiálu Fobro	Imp.	obdobné parametry jako ad A/12, prac. hloubka do 50 cm	
6.	Vyzvedávání jako hroudové odrostky	20.	Vyzvedávače hroudových odrostků Damcon YMD-60, Holmac HZC 26-22	Imp.	hydraulicky ovládaný adaptér s otočným nožem tvaru U, průměr balu 40-60 cm, samochodný podvozek, 1 pracovník, výkonnost 30-50 ks /h	vhodné pro specialisované velkovýrobní provozy

Vysvětlivky: Původ prostředku: ČR ... tuzem. výroba existuje nebo je reálná, Imp. ... dovoz

Tab. 8.5. Příklad technologie a soustavy technických prostředků pro pěstování prostokořenných poloodrostků pro LH

Vyzvedávač hroudových sazenic je jedním ze strojů pro produkci krytokořenných velkých sazenic dřevin, které jsou používány i v oblasti veřejné zeleně a které jsou charakterizovány v následující kapitole.

Pěstování a výsadba vzrostlého sadebního materiálu pro veřejnou zeleň

Jak již bylo uvedeno, lze pro daný účel, tj. pro zakládání a obnovu výsadeb tzv. veřejné zeleně (stromy v parcích, stromořadí, háje, apod.) použít sadební materiál s dimenzemi, odpovídajícími vyspělému sadebnímu materiálu lesních dřevin – viz výše. Pro tuto oblast činnosti jsou zejména typické velké sazenice o výšce okolo 3 a více metrů, a to včetně vzrostlých stromů.

Dřeviny těchto dimenzí jsou vhodné a žádoucí např. pro doplňování stromové vegetace v parcích a na podobných lokalitách, kde je potřebné nahradit např. odumřelé jedince novými s alespoň podobnými velikostními charakteristikami, nebo v reálném čase ozelenit novou výstavbu, apod., tj. kdy nelze nebo není vhodné vysazovat dřeviny menšího vzrůstu, neboť by v takovém případě trvalo velmi dlouho, než by dorostly do náležité velikosti a kompozice parku by byla narušena nebo nová výstavba by působila dlouhou dobu „prázdně“. Dřeviny těchto dimenzí lze v zásadě vypěstovat ve volné půdě obdobnými technologiemi, jako je uvedeno v předchozí kapitole. Jde jen o to, že takové dřeviny mohou a často mají výrazně větší rozměry, jsou tedy pěstovány ve volnějších sponech a po delší dobu (konkrétní údaje jsou odvislé od dřeviny). Pro vyzvedávání takových stromových jedinců s kořenovým balem (lesnicky označováno jako hroudová sadba) lze použít speciální techniku, takzvané **přesazovače**. Kromě nich též samozřejmě i univerzálnější prostředky, jako je rypadlo, nakladač, hydraulický jeřáb pro manipulaci a nakládku vyzvednutých stromů, atd.

Škála velikostí, které mohou mít stromy určené k pře/vysazení, je velmi veliká (bal může mít průměr několika decimetrů až několika metrů). Tomu odpovídá i škála principů a provedení přesazovačů. Je zřejmé, že mladší, a tedy i menší dřeviny, se přesazují snáze (mladí jedinci i bez kořenového balu). Čím je strom větší, tím je přesadba náročnější a tím dokonalejší a dimenzionálně odpovídající musí být i přesazovací technika. Pro správnou volbu přesazovače by se mělo vycházet ze zásady, že

kořenový bal by měl svým průměrem minimálně odpovídat desetinásobku průměru kmene přesazovaného stromu. Strom s balem může být i velmi těžký, jak ukazuje tabulka 8.6., která uvádí orientační rozměry a hmotnosti kořenových balů v závislosti na dimenzích kmene.

Obvod kmene [m]	Průměr kmene [m]	Průměr balu [m]	Výška balu [m]	Hmotnost balu [kg]
0,3	0,10	0,6	0,3 - 0,4	190 - 250
0,45	0,15	0,9	0,4 - 0,5	570 - 720
0,6	0,20	1,2	0,5 - 0,6	1270 - 1530
0,8	0,25	1,6	0,6 - 0,8	2700 - 3600
1,0	0,33	2,0	0,8 - 0,9	5650 - 6400

Tab. 8.6. Orientační rozměry a hmotnosti kořenových balů v závislosti na dimenzích kmene stromu (dle Zemánek, Burg, 2005).

Volba přesazovacího nástroje či postupu by měla respektovat i tvar kořenové soustavy dané dřeviny. Rozeznáváme:

- stromy s kůlovými a hlubokými kořeny (ořešáky, habr, borovice, aj.) – přesazování je obtížnější
- stromy s hlubokou a široce rozvětvenou kořenovou soustavou (lípy, platany, duby, aj.) – přesazování je proveditelné
- stromy s mělkou a široce rozvětvenou soustavou (břízy, jedle, javory, aj.) – snadno přesaditelné.

Přesazovací stroje jsou mechanizační prostředky, zpravidla konstruované jako adaptéry k samochodným energetickým prostředkům (traktorů, nosičů, automobilům), jejichž pracovní nástroje jsou schopny

- oddělit kořenový bal stromu od půdy, ve které strom dosud rostl, vyzvednout strom z půdy, přemístit jej na úložiště nebo nové stanoviště
- vykrojit na místě výsadby z půdy blok, tvarem i velikostí odpovídající balu stromu, jenž zde má být vysazen
- případně vložit strom s balem do vytvořené jámy.

Druhý a třetí úkon přesazovače nemusejí vykonávat vždy, většinou tak činí jen tehdy, jedná-li se o přesadbu na velmi krátkou vzdálenost, kdy je strom přemísťován přímo soupravou přesazovače. Přesazování stromů pomocí přesazovačů je oproti použití náhradních řešení (např. ručního nářadí – lopaty, rýče, apod., nebo rypadla, aj.) rychlejší, přesnější a vůči samotným stromům šetrnější. Manipulace se stromy má být co nejšetrnější, je třeba chránit jejich kmeny před odřením a větve před odlámáním.

Na úspěšnost přesazení má vliv řada faktorů: stáří dřeviny (dřeviny starší ca 15 let by měly být vždy vysazovány s balem), druh dřeviny (listnaté opadavé dřeviny by měly být vysazovány v době vegetačního klidu, stále zelené druhy pak na přelomu léta a podzimu), doba mezi vyzvednutím a vysazením měla by být co nejkratší), zacházení během přepravy (zabránění oslunění, vyschnutí balu, přehřátí), podmínky nového stanoviště (kvalita výsadby, utěsnění kořenů v půdě, řádné zakotvení, zajištění závlahy). I v tomto případě platí, že stromy po výsadbě by měly mít stejnou polohu tak jako na předchozím stanovišti (zejména výška krčku), u velkých stromů třeba dodržet i polohu vůči světovým stranám.

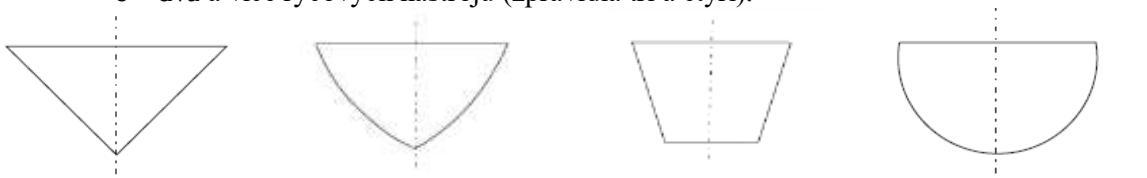
Konstrukční provedení přesazovačů je různorodé:

- Způsob pohonu pracovních nástrojů (obr. 8.71.)
  - ruční
  - hydraulický
- Umístění pracovního ústrojí (obr. 8.71.)
  - přesazovač na ruční kolesně
  - na jednoosém přívěsu
  - zavěšený na čelním nakladači (namísto lopaty)
  - zavěšený na tříbodovém závěsu traktoru
  - samojízdný (na podvozku nákladního automobilu s hydraulickou rukou).

rýčový přesazovač ruční | rýčový přesazovač hydraulický | přesazovač s obloukovým nožem

Obr. 8.71. Základní funkční principy přesazovačů

- Velikost vykrajovaného kořenového balu
  - průměr od 25 cm do několika metrů
  - objem kořenového balu (0,3-0,8 m^3 malé přesazovače, používané spíše ve školkách při pěstování; 0,8-2,5 m^3 i více - velké přesazovače)
- Tvar kořenového balu (viz obr. 8.72.)
  - kužel
  - komolý kužel
  - jehlan
  - komolý jehlan
  - polokoule
- Princip vykrajovacích nástrojů:
  - nůž obloukovitého tvaru
  - dva a více rýčových nástrojů (zpravidla tři a čtyři).



kuželovitý/jehlanovitý (Vermeer) | sférický (Opitz, Newman, Vermeer) | komolý kužel/jehlan (Mac Bert) | kulovitý (Yanmar, Dröppelmann, Pazaglia)

Obr. 8.72. Tvary kořenových balů vykrajovaných přesazovacími stroji

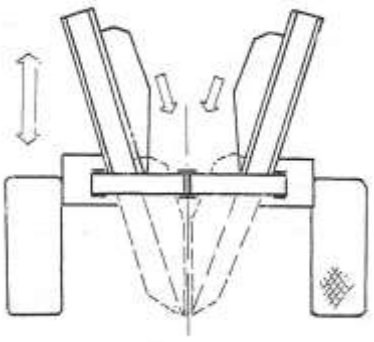
Přesazování stromů, jak již výše uvedeno, může probíhat dvěma základními postupy:

- při přesadbě **na krátkou vzdálenost** (optimálně do vzdálenosti 1 km, max. 3 km) je nejprve přesazovačem vyhloubena jáma na místě výsadby, poté se stroj vrátí na místo pěstování stromu, nasadí pracovní ústrojí souose okolo jeho paty, pracovními nástroji vykrojí bal, zafixuje jej a strom pak převeze na místo výsadby, kde jej vloží do připravené jámy
- při přesadbě **na delší vzdálenost** je přesazovačem vyzvednut strom, jeho kořenový bal je fixován např. drátěným pletivem a jutovým přebalem či netkanou textilií, případně plastovým tvarovaným kontejnerem, obalí se kmen jutovou páskou, případně se fixuje i koruna. Tím je strom připraven k transportu, který se zpravidla děje na valníku nákladního automobilu či traktoru. Existují však i velké speciální přesazovače na automobilním podvozku, které jsou schopny zajistit i převoz velkého stromu. Výsadba na stanoveném místě pak probíhá pomocí přesazovače, obvykle však pomocí jiných prostředků, které vyhloubí jámu a usadí strom do ní (rypadlo, hydraulický jeřáb, apod.).

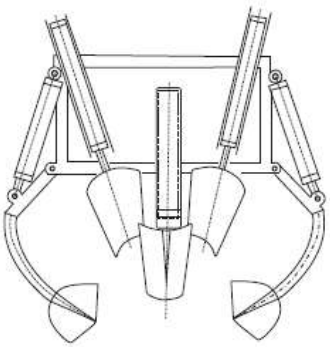
Charakteristika jednotlivých principů přesazovačů (obr. 8.73.)

Přesazovače vytvářející kuželovitý (jehlanovitý) tvar kořenového balu – sestávají z otevíratelného rámu, na kterém jsou umístěny dva až čtyři přímé šikmo uložené rýčové nože, jejichž tvar odpovídá části pláště kužele/jehlanu, které jsou ručně nebo (zpravidla) hydraulicky jeden po druhém zatlačovány po přímé dráze do půdy. Přitom oddělí (vyříznou) kořenový bal od okolní půdy. Tvar řezu výrazně

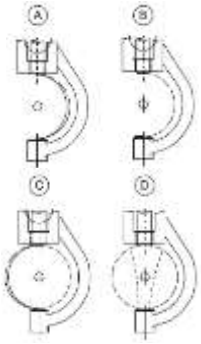
redukuje mohutnost kořenového systému, proto jsou tyto principy používány spíše na menší objemy kořenových balů.



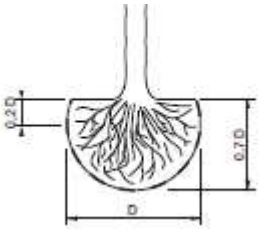
přesazovač tvořící kuželovitý bal



přesazovač tvořící kónický bal



přesazovač tvořící kulovitý bal
A až D – pohyb nože



parametry kulového balu

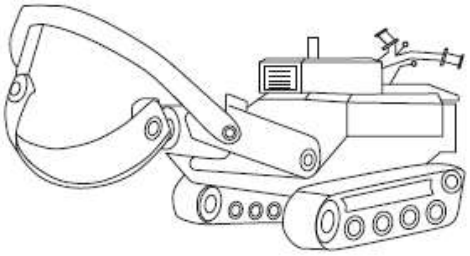


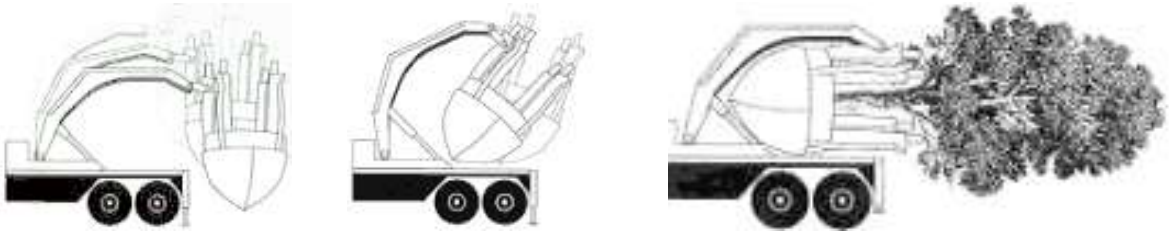
schéma přesazovače tvořícího kulovitý bal

Obr. 8.73. Principy činnosti pracovních ústrojí přesazovačů

Přesazovače vytvářející kónický kuželovitý (jehlanovitý) tvar kořenového balu – sestávají z otevíratelného rámu, na kterém jsou umístěny tři až čtyři přímé šikmo uložené rýčové nože, jejichž tvar odpovídá části pláště komolého kužele/jehlanu, které jsou jeden po druhém hydraulicky zatlačovány po přímé dráze do půdy. Přitom oddělí (vyříznou) kořenový bal od okolní půdy. Spodní část kořenového balu je následně oddělena dvěma bočními podrývacími noži. Tvar řezu je výhodnější, než prostý kužel, neboť redukce kořenů je při něm menší, než u předchozího řešení. Je citlivější na nežádoucí příměsi v půdě (kameny).

Přesazovače vytvářející polokulovitý tvar kořenového balu – princip těchto přesazovačů byl již popsán výše. Stroje většinou bývají vybaveny vibrací ramene, na němž je upevněn obloukovitý nůž. Tím dochází ke snazšímu průniku nože půdou i ke kvalitnějšímu řezu kořenů (díky vibracím je řez více dynamický, což přispívá ke zlepšenému řezu pletivy kořenů). Stroj lze použít i tak, že pomocí vibrací je kořenový systém zbaven půdy a strom je vyzvednut jako prostokořenný.

Přesazovače vytvářející sférický tvar kořenového systému - sestávají z otevíratelného rámu, na kterém jsou umístěny čtyři až šest tvarovaných rýčových nožů, jejichž tvar odpovídá části pláště sférického tělesa, které jsou hydraulicky jeden po druhém zatlačovány po zakřivené dráze do půdy. Přitom oddělí (vyříznou) kořenový bal sférického tvaru od okolní půdy. Tvar kořenového balu je vhodný, neboť více odpovídá tvaru kořenového systému, než např. kuželový bal. Tyto typy přesazovaů se vyrábějí ve veliké škále typorozměrů od 0,5 m až do 3,0 m a jsou tedy vhodné i pro přesadbu vzrostlých stromů. Tyto stroje jsou mj. adaptovány na podvozky nákladních automobilů (viz obr. 8.74.), pomocí kterých lze i vyzvednuté stromy převážet..



Obr. 8.74. Přesazovač tvořící sférický tvar balu, nesený na automobilu – princip činnosti

Existují ještě další konstrukční principy přesazovačů, jakož i pracovní postupy při přesazování zejména dospělých stromů. Jejich použití je však oproti výše popsaným spíše výjimečné. Patří k nim např. přesazování velkých stromů s pomocí segmentového koše, kdy je půda okolo balu odkryta rypadlem, instalován koš, uvolněna spodní část balu a strom pomocí jeřábu vyzvednut. Podobný princip využívá postup s plastovým vakem. Uvádějí se i technologie používající u přesazování zvláště cenných starých stromů stejné techniky jako při přemísťování celých budov, tj. pomocí saňových podvozků posunovaných hydraulicky nebo pomocí podvěsných plošin (Polsko), viz obr. 8.75.

A – plastový vak B – podvěsná plošina C – betonový prefabrikát

Obr. 8.75. Přesazování dospělých stromů pomocí plastových vaků (A), podvěsných plošin (B), saňových betonových prefabrikátů (C)

9. TECHNIKA A TECHNOLOGIE CHEMICKÉ A MECHANICKÉ OCHRANY V LESNÍCH ŠKOLKÁCH, KULTURÁCH A POROSTECH

9.1. Technické prostředky pro aplikaci pesticidních látek

Aplikace pesticidních látek náleží k opatřením, kterými je potlačován vliv škodlivých biotických činitelů, kterými jsou buřeň a nežádoucí vegetace (nárosty plevelných dřevin), škodlivý hmyz, houbové choroby, okus a ohryz stromů zvěří. Aplikaci pesticidů lze považovat za účinný a zpravidla i ekonomicky efektivní způsob řešení, který však při nedodržení základních zásad může způsobit i škody, včetně ekologických. Proto by aplikace pesticidních látek měly být prováděny jen v odůvodněných případech, vždy přesně podle kvalifikovaně stanovených postupů a kvalifikovaným personálem v souladu s platnou legislativou, a jen v lokalitách, kde to není vyloučeno (chráněná území). Jedním z předpokladů efektivní a bezeškodné aplikace pesticidních látek je znalost principů a způsobů použití aplikačních přístrojů.

9.1.1. Základní údaje o aplikátorech pesticidních látek

Chemické ochranné látky, **pesticidy**, se rozlišují dle účinku a skupenství

- insekticidy, fungicidy, herbicidy, arboricidy, repelenty
- aplikovatelné ve skupenství pevném, kapalném, pastovitém nebo plynném.

Rozlišení **aplikátorů pesticidů**

- podle účelu (jednoúčelové, víceúčelové)
- podle skupenství aplikované látky
- podle způsobu aplikace:
  - klasické konstrukční principy (standardní postřikování, rosení)
  - nové konstrukční principy (mikropostřikovače, elektrodynamické aplikátory, přesné aplikátory).

Definice výrazu mechanizační prostředek na ochranu rostlin je uvedena v § 61 zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči. Mechanizačním prostředkem na ochranu rostlin jsou podle tohoto zákona všechny stroje a zařízení nebo strojní částí určené k aplikaci přípravků. Tyto mechanizační prostředky mohou být uváděny na trh a používány při podnikatelské činnosti jen tehdy, jsou-li zapsány do úředního registru, který vede Státní rostlinolékařská správa. Toto se nevztahuje na stroje:

- poháněné ručně, motoricky nebo stlačeným plynem o objemu zásobní nádrže do 20 litrů včetně
- určené výhradně pro účely výzkumu, vývoje nebo zkoušení
- určené pro používání v uzavřených prostorách, s výjimkou strojů k moření osiv
- určené pro používání ve venkovním prostředí, jsou-li vybaveny horizontálním rámem se dvěma nebo jednou tryskou pro plošný postřik nebo rosení s výjimkou typu určených k ošetření dopravních cest, železničních tratí
- rámem se dvěma nebo jednou tryskou pro prostorový postřik nebo rosení,
- stroje určené pro aplikační technologie založené na plynování, zálivce a kapénkové aplikaci,
- na něž se nevztahuje zvláštní předpis o technických požadavcích na výrobky.

Pro použití při podnikatelské činnosti musí mechanizační prostředky splnit dva základní zákonné předpoklady:

- zapsání v úředním registru mechanizačních prostředků na ochranu rostlin podle § 63 zákona č. 326/2004 Sb. O tento zápis se postará zpravidla výrobce či distributor konkrétního typu mechanizačního prostředku.
- podrobení pravidelnému kontrolnímu testování, kterým se ověřuje jejich technický stav a funkční způsobilost ke správné aplikaci přípravků podle § 66 a § 67 zákona č. 326/2004 Sb., (testování mechanizačních prostředků provádí na náklady provozovatele některá ze schválených testačních stanic).

Pro aplikaci pesticidních látek platí řada předpisů. Nejdůležitější (a pro uživatele nejsnáze dostupné) **pokyny** jsou uvedeny **na obalu/etiketě** příslušného výrobku. Je bezpodmínečně nutné se jimi řídit!

Termín aplikace pesticidů

- preventivní: chemická příprava půdy, při které potlačujeme plevelné rostliny ještě před založením

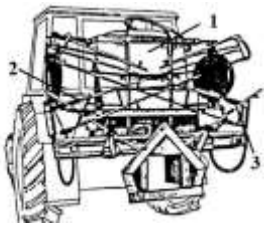
lesní kultury
- represivní (následné): potlačování buřeně v založené kultuře.

Preventivní zásahy jsou zpravidla snazší, efektivnější a je při nich menší nebezpečí nežádoucího zasažení sazenic v kultuře herbicidem.

Druh aplikace	Spotřeba postřikové kapaliny (l/ha)	Označení objemu aplikace dle ASAE	Vznik kapének	Doprava kapének	Průměr kapének (mm)
postřik	200 - 800	HV, MV	hydraulicky, mechanicky	balisticky	>0,15
rosení	50 - 300	LV	hydraulicky, pneumaticky, kombinovaně	aktivním proudem vzduchu, (u letadel sedimentací a vzdušnými proudy)	0,05-0,15
zmlžování	0,5 - 20	ULV, UULV, LV	mechanicko-pneumaticky, termicko-pneumaticky, mechanicky, pneumaticky	přirozeným pohybem vzduchu, aktivním pohybem vzduchu	<0,05

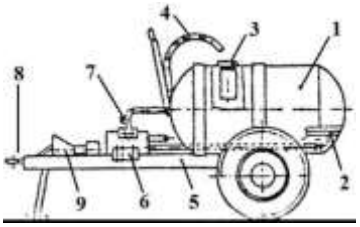
Rozlišení dle ASAE: HV (high volume) – vysokoobjemová aplikace, MV (medium volume) – středně objemová aplikace, LV (low volume) – nízko pbjemová aplikace,ULV (ultra low volume) – ultra nízko objemová aplikace, UULV (ultra ultra low volume) – ultra ultra nízko objemová aplikace

Tab. 9.1. Klasické rozdělení aplikátorů tekutých pesticidů podle způsobu vzniku a velikosti částic postřikového spektra



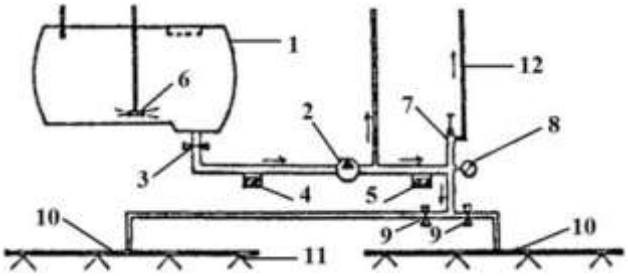
1 nádrž
2 ramena
3 nástavce pro individuální postřik

Obr. 9.1. Postřikovač lesnický nesený



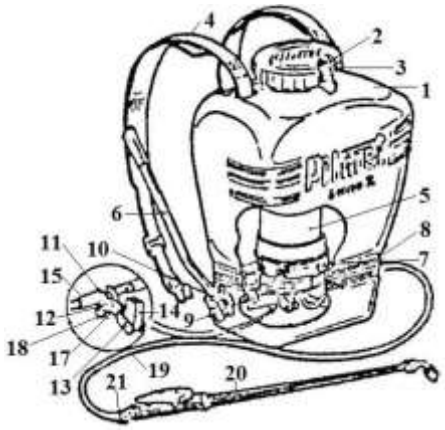
1 nádrž
2 míchací zařízení
3 plnící otvor
4 plnící zařízení
5 rám stroje
6 čerpadlo
7 regulační ventil
8 závěs
9 náhon

9.2. Přívěsný postřikovač



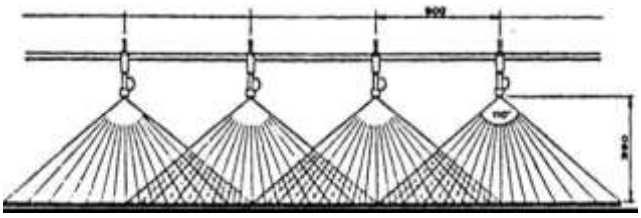
1 nádrž
2 čerpadlo
3 ventil
4 hlavní filtr
5 jemný filtr
6 míchací zařízení
7 regulátor tlaku
8 manometr
9 ventily
10 rám s tryskami
11 trysky

Obr. 9.3. Schéma postřikovače

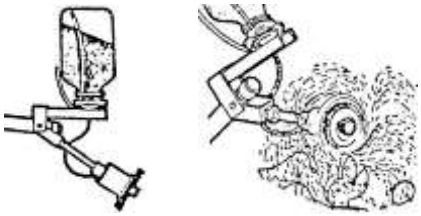


1 nádrž
2 matice
3 síto nádrže
4 nosící popruhy
5 čerpadlo
6 poháněcí páka
7 sací čistič
8 objímka nádrže
9 ložiskové pouzdro
10 poháněcí osa
11 svěrací klín
12 krátká páka
13 čep
14 táhlo
15 distanční pouzdro
17 šroub
18 nárazník (doraz)
19 hadice
20 tryska
21 svorka hadice

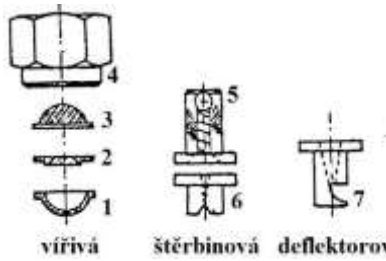
Obr. 9.4. Zádový postřikovač ruční



Obr. 9.5. Plošný postřik



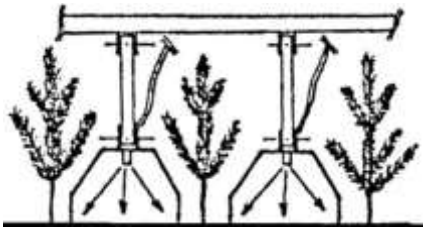
Obr. 9.6. Mechanický rozptylovač



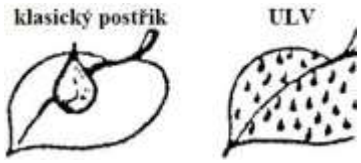
1 tryska 2 vířič 3 filtr 4 matice
5 tryska 6 kulový ventil 7 tryska

Obr. 9.7. Typy trysek

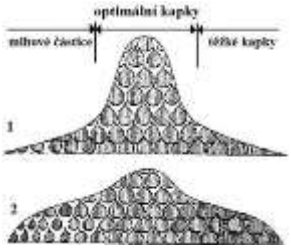
Obr. 9.8. Způsoby rozptylu pesticidu tryskami



Obr. 9.9. Meziřádkový postřik krytou tryskou



Obr. 9.10. Rozdíly velikosti kapének



Obr. 9.11. Kapkové spektrum

Klasické aplikátory tekutých pesticidů se rozlišují podle způsobu tvorby a transportu kapének ochranných látek na místo určení a podle jejich velikosti

- **postřikováním**: postřikovače vytvářejí kapénky o velikosti nad 0,15 mm
- **rosením**: rosiče vytvářejí kapénky o velikosti od 0,05 do 0,15 mm
- **zmlžením**: zmlžovače vytvářejí kapénky menší než 0,05 mm
- **kontaktně**: látka je nanášena přímým stykem aplikačního orgánu s povrchem rostliny, provádí se nátěry, nanášením kontaktní aplikátory, máčením
- **homogenním proudem**: zálivka, kropení, injektáž – injektory.

V 90. letech 20. století došlo k výraznému pokroku ve vývoji **nových konstrukčních principů aplikátorů tekutých pesticidů** (mikropostřikovačů), a komponent (rozptylovačů, regulačních prvků) aplikátorů klasické koncepce, které se vyznačují velmi vysokou přesností a stálostí aplikační dávky; optimálním složením kapkového spektra pesticidní jíchy; cílenou aplikací a podstatně sníženým objemem aplikované látky na 1 ha, umožněnému aplikací vysoce (až 100%) koncentrovaných přípravků; potřebou relativně malého množství nosné látky. Toto je velmi pozitivním jevem zejména pro aplikace v lesních porostech, kdy není nutno zabezpečovat kvalitní vodu a není nutno přenášet v obtížných terénech balastní hmotu.

9.1.2. Postřikovače

Postřikovače rozptylují tekutinu na kapky různého průměru tvořící postřikové spektrum. Z hlediska kvality postřiku má být proměnlivost kapkového spektra co nejnižší. Pro **klasické postřikovače** je typické, že

- aplikovaná látka se dopravuje pod tlakem ze zásobní nádrže do rozptylovačů (kterými jsou nejčastěji hydraulické trysky)
- při aplikaci je relativně vysoká spotřeba nosné kapaliny (vody), u starších typů až 800 $l.ha^{-1}$.

Postřikovače se rozlišují podle způsobu pohybu při aplikaci pesticidů na

- ruční a přenosné
- nesené, traktorové, letecké (technika letecké aplikace není v textu blíže zpracována)
- samojízdné

Podle způsobu a účelu aplikace ochranných látek se pozemní postřikovače **rozlišují na**

- nesené postřikovače pro plošné ošetření nízkých kultur ve školkách i v lese (trysky jsou upevněny v řadě na sklopných ramenech),
- nesené i ruční přenosné postřikovače pro pomístnou aplikaci ochranných látek (herbicidů) na půdu meziřádků na záhonech nebo kolem sazenic v lesních kulturách s tryskami s kryty,
- nesené postřikovače pro ošetřování spodní strany asimilačních orgánů sazenic na záhoně (fungicidy) s meziřádkovými vzhůru stříkajícími tryskami,
- nesené i ruční přenosné postřikovače pro ošetřování jednotlivých rostlin a ploch menších výměr či jiných objektů (trysky jsou na samostatně ovládaných nástavcích).

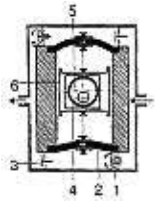
Hlavní funkční celky klasického postřikovače

Zásobní nádrže na postřikovou kapalinu

- beztlaké, zpravidla z plastu, ze kterých se roztok přivádí čerpáním nebo gravitací přes rozvodný systém k rozptylovačům (tryskám). Objem nádrží je podle typu 10-400 i více litrů. Současné postřikovače (traktorové i přenosné - zádové) jsou vybaveny beztlakými nádržemi, s výjimkou nejmenších ručních.
- tlakové, ve kterých je kapalina udržována pod tlakem vzduchu, kterým je dopravována k tryskám. Tyto nádrže (do objemu cca 10 litrů) se dnes používají jen u nejmenších ručních postřikovačů, dříve však byly obvyklé i u traktorových.

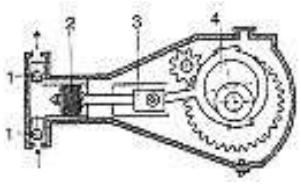
Míchadlo hydraulické, pneumatické nebo mechanické promíchává kapalinu v nádrži, zabraňuje usazování látek a zachovává požadovanou konsistenci roztoku. Běžné je hydraulické míchadlo, konstruované na principu využití přebytku kapaliny poskytovaného čerpadlem, který je vracen zpět do nádrže.

Čerpadla dopravují kapalinu pod tlakem k rozptylovačům. Nejčastěji se používá čerpadel pulzačních (pístových, plunžrových nebo membránových), méně rotačních (odstředivých) nebo zubových. Pístová čerpadla vyvíjejí tlak 0,1–1,0 MPa, membránová do 0,1 MPa a odstředivá do 0,05 MPa. Pro použití v aplikátorech pesticidů jsou vhodná membránová čerpadla, protože u nich nedochází k přímému styku pohybujících se částí (např. pístu) s dopravovanou látkou, která bývá agresivní a pístová čerpadla rychle opotřebuje. Proto se s membránovými čerpadly setkáváme nejen u malých přenosných (zádových) postřikovačů, ale i traktorových.



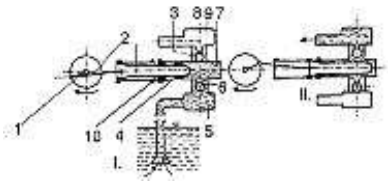
1 sací ventil 2 membrána 3 výtlačný ventil
4 ložisko 5 hnací výstředník 6 mykadlo

Obr. 9.12. Membránové čerpadlo



1 ventily 2 píst
3 křižák 4 klikový hřídel

Obr. 9.13. Pístové čerpadlo



1 klika 2 ojnice 3 plunžr 4 ucpávky 5 sací komora 6 sací ventil 7 válec 8 výtlačný ventil 9 výtlačná komora
I. sací zdvih II. výtlačný zdvih

Obr. 9.14. Plunžrové čerpadlo

Rozvodný systém zabezpečuje spojení čerpadel s nádrží a rozptylovači. Sestává z trubek (zpravidla plastových), a je do něj vřazen systém filtrů, rozvodných ventilů, regulačních prvků a na jeho konci se nacházejí samotné postřikovače. K regulačním prvkům patří tlakové ventily, udržující spolu s hydraulickými akumulátory potřebný pracovní tlak, který je podmínkou zachování požadovaného průtoku a dávkování ochranné látky.

Filtry jsou významnými komponenty postřikovačů, zabraňující ucpávání a tím zhoršování činnosti trysek. Filtrace (zejména ve velkých postřikovačích) je vícestupňová, kapalina prochází postupně síty se stále menšími oky (velikost ok sít se udává počtem drátků na jeden palec mesh/inch, nebo

rozměrem otvoru, např. údaj 30 mesh/inch znamená velikost oka 0,6 mm). U moderních postřikovačů jsou filtry opatřeny i jednotlivé trysky, se sítky o velikosti ok 0,17 mm.

Trysky jsou nejběžnějším druhem rozptylovačů pesticidů, tříštícím postřikovou kapalinu na kapičky požadované velikosti. Nejčastěji používané jsou hydraulické trysky, ale rozptylování kapaliny lze dosáhnout i dalšími konstrukčními principy (pneumatické trysky, rotační atomizéry, elektrodynamické rozptylovače).

Trysky hydraulické – aplikovaná kapalina se přivádí do trysky pod tlakem a velkou rychlostí vychází výstřikovým otvorem. K rozptylu dochází nárazem proudu kapaliny na okolní vzduch nebo na odraznou destičku trysky (deflektor) => tlaková energie kapaliny se mění na energii povrchového napětí kapek a kinetickou energii, využitou při pohybu kapek prostorem. Velikost kapek a průtoku kapaliny tryskou závisí nepřímo na pracovním tlaku, přímo na ploše průřezu otvoru trysky. **Péče o trysky** je jednou z nejdůležitějších podmínek dosažení kvality aplikace pesticidu. Hydraulické trysky se podle konstrukčního uspořádání rozlišují na více typů, nejběžnější jsou **trysky vířivé**. Vířičem nebo excentrickým vstupem kapaliny do vířivé komory se dosahuje zrychlení proudu kapaliny a její jemné disperze. **Štěrbinové** bez vířiče, nejčastěji s výstupním otvorem ve tvaru oválné štěrbiny vytváří kapičkový obrazec ve tvaru plošného vějíře. **Deflektorové**, kapalina je kanálkem vedena na rozptylovací deflektor s různým tvarem a úhlem sklonu. **Výstřikový paprsek** je charakterizován vrcholovým úhlem α, nástřikovou plochou, a rozptylovým obrazcem (příčným rozdělením tekutiny v záběrovém pruhu rozptylovače).

Rozteč trysek (cm)	Výška trysek (cm) při 50% překrytí paprsků		Výška trysek (cm) při dotyku sousedních paprsků					
	80°	110°	60°	70°	80°	90°	100°	110°
50	60	35	43	36	30	25	21	17,5
33	40	23	29	24	20	17	14	12

Tab. 9.2. Vliv parametrů trysek na jejich pozici při postřiku

Typové označení trysek		APE-API standardní	AXE-AXI nízkotlaká	ADE-ADI nízkoúletová	AVE-AVI bezúletová	EXA víceděrová	APM deflekční	ATR kuželová
ALBUZ								
Tvar výstřikového obrazce								
Spektrum kapiček								
Nebezpečí úletu		Střední	Střední	Nízké	Velmi nízké	Velmi nízké	Nízké	Vysoké
Rozsah pracovního tlaku		2 - 4 bar	1,5 - 4 bar	2 - 4 bar	3 - 7 bar	1 - 3 bar	1 - 3 bar	3 - 20 bar
Herbicidy	Půdní	Dobrý	Dobrý	Výborný	Výborný		Výborný	
	Preemergentní	Výborný*	Dobrý	Výborný	Výborný		Výborný	
	Kontaktní	Dobrý	Dobrý	Dobrý				Výborný
	Systémové	Výborný*	Dobrý	Výborný	Výborný		Výborný	Dobrý
Fungicidy	Kontaktní	Výborný	Výborný	Dobrý				Výborný
	Systémové	Výborný*	Dobrý	Výborný	Výborný		Výborný	
Insekticidy	Kontaktní	Výborný	Výborný	Dobrý				Výborný
	Systémové	Výborný*	Dobrý	Výborný				
Kapalná hnojiva		Dobrý	Dobrý	Výborný	Výborný	Výborný	Výborný	Dobrý

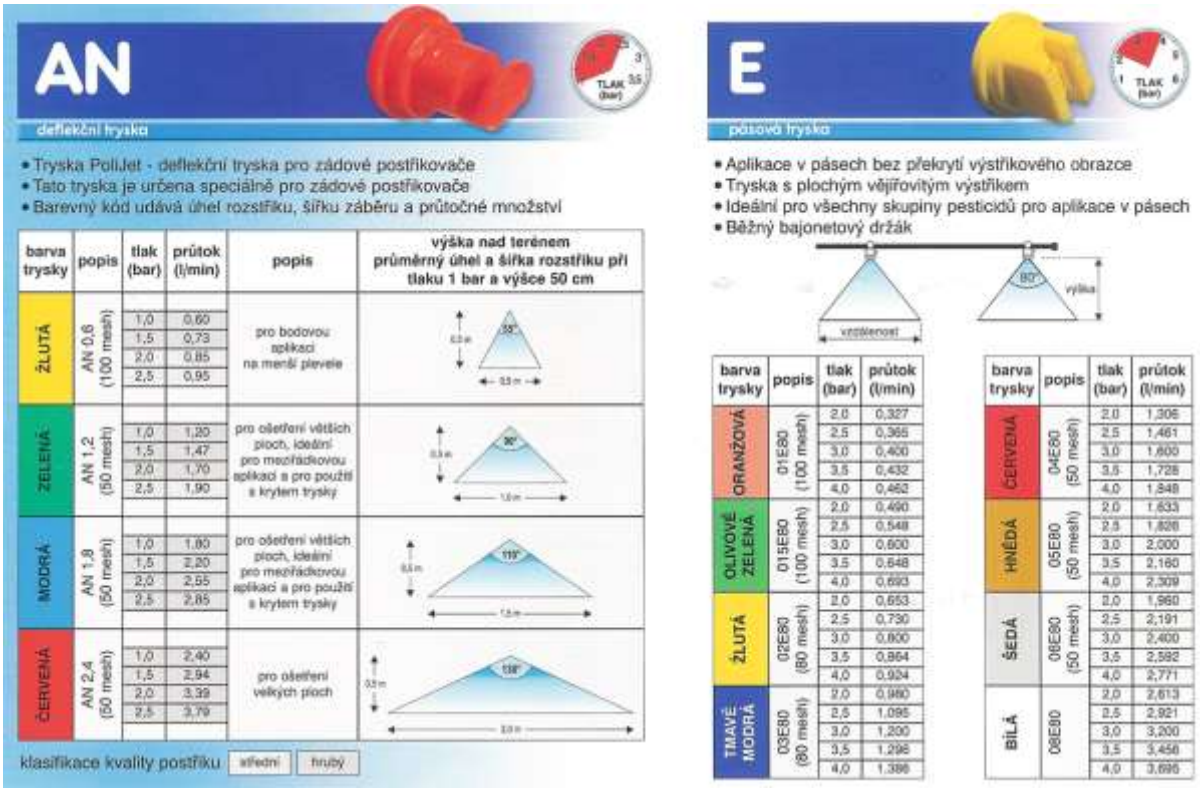
(*) při nízkém tlaku

Tab. 9.2. Vhodnost jednotlivých konstrukcí trysek pro různé účely použití (Albuz)

Pro **aplikaci herbicidů** jsou vhodné trysky vytvářející **větší kapky** s potlačenou částí spektra obsahující drobné snadno ulétavé kapky, které by mohly nežádoucím způsobem zasáhnout chráněné

rostliny. Pro **ostatní pesticidy** jsou vhodnější **kapky jemnější**, které lépe pokryjí povrch rostlin a škůdců. Příklad diferencovaného využívání trysek je zřejmý z tab. 9.3.

Činnost trysek, tj. zejména rozptyl postřikové jíchy, průtok tryskou a tedy dávkování dané pesticidní látky, je závislá na parametrech (konstrukci) trysky, na velikosti průtokového otvoru a na tlaku v systému – viz tab. 9.3.



AN – deflekční tryska

- Tryska PoliJet - deflekční tryska pro zádové postřikovače
- Tato tryska je určena speciálně pro zádové postřikovače
- Barevný kód udává úhel rozstřiku, šířku záběru a průtočné množství

barva trysky	popis	tlak (bar)	průtok (l/min)	popis	výška nad terénem průměrný úhel a šířka rozstřiku při tlaku 1 bar a výšce 50 cm
ŽLUTÁ	AN 0,6 (100 mesh)	1,0	0,60	pro bodovou aplikaci na menší plevele	
		1,5	0,73		
		2,0	0,85		
		2,5	0,95		
ZELENÁ	AN 1,2 (50 mesh)	1,0	1,20	pro ošetření větších ploch, ideální pro meziřádkovou aplikaci a pro použití s krytem trysky	
		1,5	1,47		
		2,0	1,70		
		2,5	1,90		
MODRÁ	AN 1,8 (50 mesh)	1,0	1,80	pro ošetření větších ploch, ideální pro meziřádkovou aplikaci a pro použití s krytem trysky	
		1,5	2,20		
		2,0	2,55		
		2,5	2,85		
ČERVENÁ	AN 2,4 (50 mesh)	1,0	2,40	pro ošetření velkých ploch	
		1,5	2,94		
		2,0	3,39		
		2,5	3,79		

klasifikace kvality postřiku: střední | hrubý

E – pásová tryska

- Aplikace v pásech bez překrytí výstřikového obrazce
- Tryska s plochým vějířovitým výstřikem
- Ideální pro všechny skupiny pesticidů pro aplikace v pásech
- Běžný bajonetový držák

barva trysky	popis	tlak (bar)	průtok (l/min)
ORANŽOVÁ	01E80 (100 mesh)	2,0	0,327
		2,5	0,365
		3,0	0,400
		3,5	0,432
		4,0	0,462
OLIVOVÉ ZELENÁ	015E80 (100 mesh)	2,0	0,490
		2,5	0,548
		3,0	0,600
		3,5	0,648
		4,0	0,693
ŽLUTÁ	02E80 (80 mesh)	2,0	0,653
		2,5	0,730
		3,0	0,800
		3,5	0,864
		4,0	0,924
TMAVĚ MODRÁ	03E80 (80 mesh)	2,0	0,980
		2,5	1,095
		3,0	1,200
		3,5	1,296
		4,0	1,386

barva trysky	popis	tlak (bar)	průtok (l/min)
ČERVENÁ	04E80 (50 mesh)	2,0	1,306
		2,5	1,461
		3,0	1,600
		3,5	1,728
		4,0	1,848
HNĚDÁ	05E80 (50 mesh)	2,0	1,633
		2,5	1,826
		3,0	2,000
		3,5	2,160
		4,0	2,309
ŠEDÁ	06E80 (50 mesh)	2,0	1,960
		2,5	2,191
		3,0	2,400
		3,5	2,592
		4,0	2,771
BÍLÁ	08E80	2,0	2,613
		2,5	2,921
		3,0	3,200
		3,5	3,456
		4,0	3,695

Tab. 9.3. Příklad katalogových listů trysek nárazových/deflekčních a štěrbinových

Vedle trysek, jež lze označit jako klasické, jsou v současnosti k disposici **trysky nových vlastností**, jako jsou **bublinkové trysky** AirJet nebo Turbo Drop a trysky XR TeeJet pro variabilní rozsah pracovních tlaků. U bublinkových trysek jsou v každé kapce vytvářeny vzduchové bublinky (u trysek AirJet při pracovním tlaku 0,2-0,35 MPa, u trysek Turbo Drop 0,2-2,0 MPa).

Princip bublinkové trysky AirJet:
Postřiková kapalina prochází odnímatelnou tryskou A, která kapalinu urychluje a usměrňuje její průtok do ústí Venturiho trubice B. Tím se vytváří podtlak, který způsobuje přisávání vzduchu dvěma štěrbinami C. Směs vzduchu a tekutiny procházející mixovací komorou D, je stlačována a dále vystřikována plochou tryskou E. Naplněním kapek vzduchovými bublinkami je dosaženo snížení nežádoucího úletu při kvalitní pokryvnosti ošetřovaných rostlin.

Obr. 9.15. Bublinková tryska

Trysky XR TeeJet umožňují precizní regulaci tvorby velikosti kapek a snížení úletu v závislosti na pracovním tlaku: při nízkém tlaku 0,1-0,15 MPa se dosáhne velkých kapek s výrazně redukovaným úletem (aplikace herbicidů a insekticidů pro zapracování do půdy), při tlaku 0,15-0,2 MPa jsou vytvářeny kapky střední velikosti (aplikace půdních herbicidů), pro aplikaci insekticidů a fungicidů se tlak zvýší na 0,2-0,4 MPa a vytváří se kapky malé velikosti s velmi dobrou pokryvností a průnikem do porostu. Významné je, že při plošném postřiku ramenovými nástavci je v celém rozsahu pracovních tlaků dosaženo příčné rovnoměrnosti postřiku.

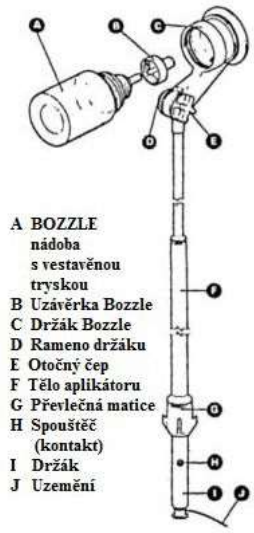
Nezbytnou součástí moderních velkých postřikovačů jsou **držáky trysek**, pomocí kterých jsou vlastní trysky při plošném postřiku upevněny k postřikovacím ramenům a připojeny k rozvodnému systému. Zpravidla jsou uzpůsobeny pro rychlé upnutí trysek (bajonetové připojení) a vybaveny **protiodkapovým membránovým zpětným ventilem**, zabraňujícím nežádoucímu vytékání zbylé kapaliny z trysek po ukončení postřiku. Podle typu mohou držáky trysek nést jednu i více trysek. Pouhým natočením vhodné trysky na držáku do pracovní polohy lze u **vícetryskového držáku** dosáhnout patřičné kvality postřiku.

Kryté trysky jsou používány při aplikaci pesticidních látek (především herbicidů) v těsné blízkosti chráněných rostlin. Používají se jak u přenosných jednotryskových postřikovačů, tak u traktorových postřikovačů. U přenosných postřikovačů mají kryty trysek tvar kužele nebo lichoběžníku. S chráněnými tryskami lze provádět ploškovou aplikaci herbicidů okolo sazenic. U traktorových postřikovačů mají kryty tvar botky, jejíž stěny brání nežádoucímu rozptylu herbicidu na semenáčky a sazenice pěstované na ošetřovaných záhonech v proužcích nebo řádcích.

Elektronické systémy řízení postřiku plní funkci palubních počítačů, řídící obvody jsou kompletovány a propojeny s čidly otáčení pojezdových kol a průtokoměrů a buď registrují, nebo řídí parametry postřiku.

9.1.3. Elektrodynamická aplikace pesticidů

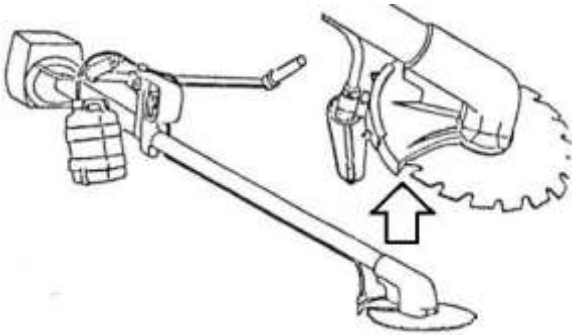
Při elektrodynamické aplikaci procházejí kapky **elektrickým polem** o intenzitě až 25 kV (příp. i jeho působením vznikají) => přičemž jsou nabíjeny shodnými náboji => kapky se proto vzájemně odpuzují => nedochází k jejich slévání a odkapávání z povrchu rostlin, jako u klasických způsobů aplikace. Přirozený náboj ošetřovaných rostlin je opačný než náboj kapiček => kapky jsou rostlinami přitahovány a rostliny jsou pesticidem dokonale pokryty. **Tento princip nelze použít pro aplikaci herbicidů, neboť nerozlišuje pokrytí chráněných a potlačovaných rostlin herbicidem!**



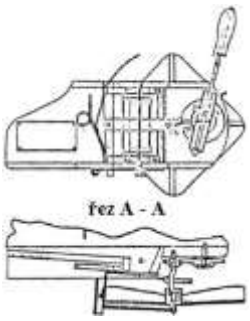
Obr. 9.16. Arbogard – aplikátor s krytými tryskami **Obr. 9.17. Ruční aplikátor Electrodyn**

9.1.4. Aplikátory pesticidů na křovinořezy

Tyto aplikátory jsou zvláštním typem postřikovačů vyráběných ve Skandinávii (typy m/TT, malli/Enso, TT), a používaných pro potlačení nežádoucího zmlazení pokácených rostlin. Dávka postřikové látky, tj. herbicidu nebo arboricidu, vystříkne z trysky upevněné na krytu nástroje křovinořezu na spodní stranu pilového kotouče, ze kterého je přenesena na povrch vytvářeného pařízku. Část látky se dostává i do okolí pařízku, což v případě zabuřenění plochy má pozitivní efekt v potlačování buřeně.



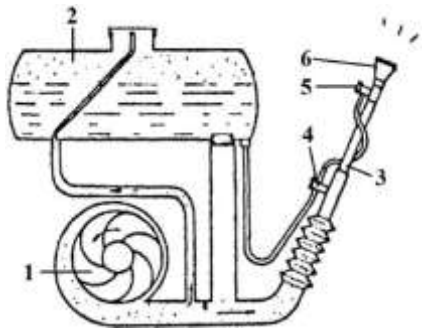
Obr. 9.18. Aplikátor Marttinen ke křovinořezu



Obr. 9.19. Aplikátor granulí ARC 094

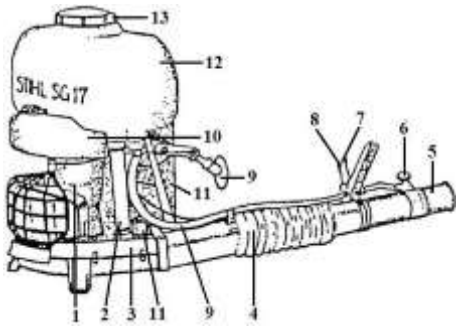
9.1.5. Klasické rosiče

Typické pro tyto aplikátory je, že značný podíl nosného media (až 80 %) je nahrazen velkým objemem proudícího vzduchu, jímž jsou kapky vytvářeny a unášeny na místo určení. Výškový dosah rosičů je ca 10 m, a stranový až 15 m ⇒ velká výkonnost, avšak obtížné ohraničení ošetřované plochy ⇒ omezená použitelnost pro aplikaci herbicidů (nebezpečí zasažení sousedních kultur a porostů). Rozptyl jíchy do kapek postřikového spektra je zajištěn pneumaticky nebo hydropneumaticky. Dávka postřikové kapaliny se pohybuje v rozmezí 100-200 l/ha. Zádové rosiče je možno vybavit ULV aplikátory, které umožňují snížení dávky postřikové kapaliny na 20-40 l/ha.



1 ventilátor
2 nádrž
3 aplikační roura
4 ventil
5 tryska
6 rozptylovač

Obr. 9.20. Hlavní části rosiče



1 motor
2 trubka
3 ventilátor
4 aplikační roura
5 rozptylovač
6 tryska
7 páčka plynu
8 ventil
9 startovací lanko
10 nádrž paliva
11 zádová opěrka
12 nádrž pesticidu
13 víko

Obr. 9.21. Rosič Stihl SG 17

9.1.6. Zmlžovače

Zmlžovače vytvářejí kapky mlžného spektra mechanicky (těžké mlhy, velikost kapek 0,02-0,05 mm) nebo termomechanicky (lehké mlhy, velikost kapek do 0,02 mm), a v LH jsou používány zřídka. Charakteru vyvíječů těžkých mlh dosahují i nízkoobjemové aplikátory opatřené rotačními diskovými rozptylovači.

9.1.7. Nízkoobjemové aplikátory

Nízkoobjemové aplikátory jsou principiálně nejnovější přístroje pro potlačování nežádoucí bylinné vegetace. Aplikují herbicid ve stejnoměrné pokryvnosti a konstantní velikosti kapiček ULV postřiku. V hlavicích jsou vybaveny **systémem řízeného postřiku** (**C.D.A.**), zajišťujícím tříštění aplikovaného přípravku v kapkách optimální hmotnosti (zabraňuje úletu a stékání přípravku). Hlavní částí hlavic jsou rotační **mechanické rozptylovače** (**atomizéry**), poháněné konstantní rychlostí elektromotorkem napájeným monočlánky. Tekutina stéká samospádem na lopatky, výčnělky či ozubené okraje rotujícího kotoučku atomizéru (až 10 000 otáček.min^{-1}) a je jimi tříštěna na kapičky o velikosti 200-300 μm => ty současně získají kinetickou energii pro jejich transport na místo určení (u přenosných mikropostřikovačů činí dráha kapiček jen několik decimetrů). Drobné kapičky jsou rychle vstřebávány

do pletiv => nedochází k jejich nežádoucímu úletu a stékání po povrchu.

		Herbaflex	Herbi	Herbi 4
Hmotnost	kg	1,5	1,5	1,5
Hmotnost s náplní	kg	4 a 6	4 a 6,5	7
Zdroj energie		6VDC 4 ks (baterie R20 – monočlánky)		
Délka doby provozu		cca 40 hodin na 1 sadu baterií		
Otáčky disku	min^{-1}	2800	2000	2000
Průtok kapaliny	$ml.min^{-1}$	15-45	60-150	60-150
Velikost kapek	μm	200	200-300	200-300
Šíře záběru	cm	10-50	120	120

Tab. 9.5. Základní parametry nízkoobjemových aplikátorů

Celková dávka na 1 ha je ovlivněna rychlostí chůze a velikostí použité trysky. Optimální rychlost chůze je 0,5-0,7 $m.s^{-1}$, tj. 30-42 $m.min^{-1}$. Herbicidy je možno aplikovat přímo do nádržky aplikátoru bez ředění (u typu Micro PUR), jiné přípravky je nutné ředit vodou v poměru 1:4 a naplnit jimi zádový kanistr (u aplikátorů Micro PUR, Mikrofit Herbi a Herbaflex). Tok kapaliny z nádržky je samospádem, proto lze tyto přístroje použít jen do výšky vegetace 0,3-0,5 m.

9.1.8. Kontaktní aplikátory

Zejména to jsou **herbicidní hole** k potlačování buřeně a **aplikátory repelentních látek** proti okusu a ohryzu. Herbicidní hole se uplatňují při používání herbicidů ROUNDUP Biaktiv, ROUNDUP a Garlon, jako 33-50% roztok, při ředění přípravku vodou v poměru 1:2 až 1:1. Hlavní částí tohoto nářadí je nádržka ve formě trubice s objemem náplně 0,6 l nebo 1,3 l roztoku, která slouží zároveň jako násada nástroje, a **knot**, nebo **válečkový aplikační nástroj** přenášející při potírání buřeně herbicid na její povrch. Pracovní šířka nástroje je volitelná 15 cm, 20 cm, 30 cm a 50 cm.

9.1.9. Injektory

Injektory se používají pro **hloubkovou desinfekci půdy a** pro **likvidaci dřevin. Půdní injektor** je adaptér nesený na UKT a jeho pracovním nástrojem je několik v řadě příčně ke směru jízdy postavených úzkých radliček opatřených tryskami, kterými je po jejich zahloubení aplikován do půdy roztok pesticidu. Ten je uložen v zásobní nádrži a do trysek dodáván čerpadlem. V zahraničí se při porostní výchově uplatňují **ruční injektory**, používané **pro usmrcování stromů** v chemických prořezávkách a probírkách v listnatých porostech. Odumřelé stromy se po chemickém zásahu ponechávají v porostu. Nelze provádět na jaře v období zesíleného toku mízy. **HYPO sekery** dávkují při zaseknutí do kmene do jeho pletiv příslušné množství herbicidu. **EZ-JECT** je speciální nastřelovací zařízení (VB), které dokáže zarazit kapsli s obsahem 0,15 g herbicidu do kmene. Na každých 10 cm obvodu kmene ve výčetní výšce se uvažuje u herbicidu ROUNDUP dávka 1 cm^3 roztoku (ředění 1:1 nebo koncentrovaný přípravek). Zařízení má hmotnost 4,5 kg a jedna náplň činí 400 ks kapslí. Celková zásoba kapslí na jednoho pracovníka činí až 2400 kusů. Hodinová výkonnost při použití zařízení EZ-JECT činí až 700 stromů (pro srovnání: prořezávací pila s následnou chemickou aplikací herbicidu 500 kusů stromů/h, ruční sekáč 400 kusů/h).

Obr. 9.22. Herbicidní hůl

Obr. 9.23. Kontaktní aplikátor repelentů proti okusu

Aplikátor	Způsob aplikace	Produktivita ha/8 h	Šířka záběru m
Traktorový postřikovač	plošný postřik	2,0-4,0	7,5-10
Zádový postřikovač	plošný postřik	1,0	do 1
	pruhový postřik (příprava půdy)	1,0-1,5	do 1
	ploškový postřik (příprava půdy)	1,0-1,5	do 1
	pomístná ochrana nárostů a kultur	0,6-0,8	do 1
Zádový rosič	plošná aplikace	1,5-3,0	4-6
	rozmetání granulí	1,0-2,0	8-10
Nízkoobjemový aplikátor	pruhový postřik (příprava půdy)	1,5-3,0	1,2
	pruhový postřik (ochrana kultur)	1,0-2,0	0,4
Herbicidní hůl	plošková (pomístná) aplikace	0,3-0,5	0,2-0,3
Nátěr kultur proti okusu	individuální	0,3-0,5	
Nástřik kultur proti okusu	individuální	0,6-1,2	

Tab. 9.6. Orientační hodnoty produktivity práce při pozemní aplikaci pesticidů

9.1.10. Základní zásady provozní aplikace pesticidních látek

Aplikace pesticidních látek je činností, při které mohou vzniknout významné škody na životním prostředí, zdraví zvířat či dokonce zdraví lidí. Proto fyzická nebo právnická osoba je povinna používat k ošetřování rostlin, rostlinných produktů a jiných předmětů proti škodlivým organismům pouze přípravky, další prostředky a mechanizační prostředky povolené k používání podle zákona 326/2004 Sb. o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů (rostlinolékařský zákon), povolené rostlinolékařskou správou, a to způsobem, který nepoškozuje okolní porost, zdraví lidí a zvířat nebo životní prostředí.

Používání a nakládání přípravků na ochranu rostlin je tedy dáno rostlinolékařským zákonem č. 326/2004 Sb., jeho paragrafem § 86. Prováděcím předpisem je vyhláška č. 333/2004 Sb. o odborné způsobilosti na úseku rostlinolékařské péče. Zákon č. 326/2004 Sb. o rostlinolékařské péči v § 86 stanoví, že fyzické a právnické osoby, které při podnikatelské činnosti přípravky skladují, prodávají spotřebitelům, používají nebo přímo aplikují anebo poskytují poradenství, jímž je ovlivňováno používání přípravků musí mít tuto činnost zabezpečenu odborně způsobilou fyzickou osobou nebo musí mít tuto odbornou způsobilost sám podnikatel.

Stát se odborně způsobilou osobou lze dvěma způsoby. Buď je splněna odborná způsobilost předchozím vzděláním, absolvováním vysokoškolského studia se zaměřením na rostlinolékařství, nebo získáním osvědčení o odborné způsobilosti pro zacházení s přípravky úspěšným vykonáním zkoušky před komisí. Základní povinnosti odborně způsobilé osoby jsou:

- zodpovídá za dodržování pravidel správné praxe v ochraně rostlin a za bezpečné zacházení s přípravky na ochranu rostlin.
- zajistí každoročně proškolení osob, které budou s danými přípravky zacházet
- seznámí před zahájením prací s každým přípravkem osoby, které budou s přípravkem nakládat
- zastupuje fyzickou nebo právnickou osobu pro níž vykonává odbornou způsobilost při jednáních s orgány státní správy ve věcech přípravků
- vede evidenci používání přípravků na ochranu rostlin
- eviduje a uchovává prokazatelné (písemné) proškolení pracovníků pro zacházení s přípravky na ochranu rostlin.

Aktuální informace o chemických přípravcích na ochranu rostlin, jakož i o dalších souvislostech spojených s chemickou ochranou rostlin lze nalézt na webových stránkách Státní rostlinolékařské správy www.srs.cz nebo http://srs.brno.sweb.cz/.

S chemickou ochranou rostlin je spojena řada povinností, které jsou upraveny v řadě legislativních předpisů. Nejdůležitějšími předpisy jsou:

- zákon 356/2003 Sb. o chemických látkách a přípravcích a o změně některých zákonů
- zákon 326/2004 Sb. o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících předpisů

- zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a kompetencích hygienické služby při řešení krizových situací
- zákon 185/2001 Sb. o odpadech, ve znění pozdějších předpisů.

Obecné zásady pracovního postupu při aplikaci

Pesticidy se přednostně aplikují za suchého bezvětrného počasí, při kterém je riziko nežádoucího úletu látek minimalizováno (slabým větrem 2 - 4 $m.s^{-1}$ mohou být kapky 100 μm odneseny na 30 m). Rychlost větru při postřiku by měla být menší než 6 $m.s^{-1}$, u zvláště jemného kapkového spektra (zmlžování) do 1 $m.s^{-1}$.

Postup při jednotlivých druzích aplikace:

• plošná aplikace nesenými a taženými postřikovači
- postup je kolmo na převládající směr větru (od závětrné strany k návětrné) pro snazší dosažení pokryvnosti plochy pesticidem i hygieny práce
- musí být zaručena rovnoběžnost postřikovacích ramen s povrchem terénu
- obvyklý je tzv. člunkový postup (paralelní navazování postupových linií střídavě v jednom a druhém směru), záběry musí na sebe přesně navazovat.

• aplikace přenosnými stroji
- doporučen je postup po směru větru (sníženo riziko nežádoucího styku pracovníka s pesticidem, snazší dodržení dávkování pesticidu).

Detailní postup pomístné i plošné aplikace pesticidů závisí na
- druhu pesticidu
- aplikátoru
- charakteru škodlivého činitele
- stanovišti
- rozhodnutí zda použít individuální, pomístný, pruhový nebo plošný zásah.

Organizace pracovního postupu v podmínkách lesních kultur a porostů
- rozčlenit ošetřované plochy na pracovní pole tak, aby bylo dosaženo přehlednosti a účelnosti postupu a rovnoměrnosti pokryvu pesticidní jíchou
- pracovní pole = výměra plochy ošetřené jednou náplní aplikátoru (je-li aplikační dávka 300 litrů na hektar, pak jednou náplní 15 litrového postřikovače je ošetřena plocha 500 m^2, tj. např. 50 m délka a 10 m šířka) a postřikovač lze doplňovat na výchozí linii
- pro dobrou orientaci při práci označit postupové linie v pracovních polích tyčemi, kolíky, větvemi, ap.

9.2. Seřízení postřikovače

Obecně je nutné zachovat následující postup, sestávající z kroků
- je nutno definovat proti jakým škodlivým činitelům a v jakém prostředí má být zásah pesticidy uplatněn
- na základě toho zvolit vhodný pesticidní přípravek a odpovídající aplikátor a pracovní postup
- vždy se vychází ze znalosti předepsané měrné dávky látky Q_m na jednotku plochy ošetřovaného pozemku
- nutno se bezpodmínečně řídit pokyny v Seznamu povolených přípravků na ochranu lesa, vydávaném MZe ČR, a v návodu na etiketě
- měrná dávka bývá obvykle vztažena na koncentrovaný preparát a doplněna údajem o množství nosiče (většinou vody), tj. o koncentraci postřikové jíchy
- namíchat jíchu potřebné předepsané koncentrace a v potřebném množství
- vlastní seřízení postřikovače sestává z nastavení průtoku tryskami, nastavením polohy trysek a stanovení pojezdové (postupové) rychlosti
- při aplikaci pesticidu postřikovačem nelze předpokládat absolutní přesnost dávkování, skutečná hektarová dávka roztoku kapaliny Q_s dodávaná aplikátorem, je závislá na okamžitém průtoku kapaliny jednotlivými tryskami Q_r za časovou jednotku a na postupové rychlosti. Výchozím vztahem pro to je následující rovnice:

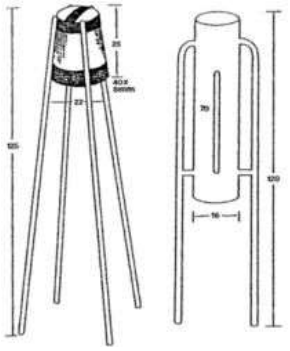
$$Q_S = \frac{6.10^2.Q_r.i}{v_p.B_p} \text{ [l.ha}^{-1}\text{]}$$

kde: B_p - *pracovní záběr postřikovače (m)*, v_p - *pracovní postupová rychlost (km.h^{-1})*, i - *počet trysek (ks)*, Q_r - *průtok jednotlivou tryskou (l.min^{-1}.ks^{-1})*,Q_s - *skutečná měrná dávka ochranné látky (l.ha^{-1})*

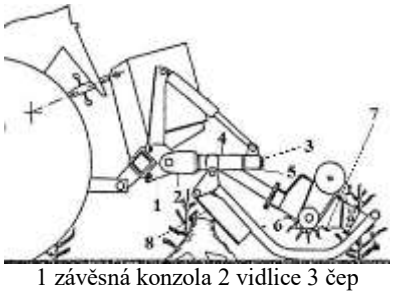
- hodnota Q_s by se neměla lišit od žádoucího množství roztoku pesticidu dané koncentrace odvozeného od předepsané hodnoty Q_m o více než ± 10 %
- průtok jednotlivými tryskami Q_r se zjistí výtokovou zkouškou - měřením průtoku pomocí odměrné nádoby či průtokoměrem
- u postřikovačů vybavených aplikačními nástavci s více tryskami pro plošný postřik je nutno, v zájmu zabezpečení příčné rovnoměrnosti postřiku, seřídit průtok každé z trysek na shodnou hodnotu
- z rovnice **lze odvodit** potřebný parametr pro provozování postřikovače – **pojezdovou (postupovou) rychlost v_n**.

9.3. Technické prostředky pro mechanickou ochranu lesních kultur

Do doby zajištění působí na lesní kultury řada škodlivých činitelů, z nichž k nejvýznamnějším náleží **buřeň** a **zvěř.** Mechanické **potlačování růstu buřeně** se provádí **preventivně** před založením kultury (mechanickou přípravou půdy) a **následně** (kultivací půdy okolo sazenic a ožínáním buřeně). **Mechanické způsoby ochrany kultur** proti působení zvěře spočívají nejčastěji v používání oplocenek. Při jejich stavbě lze pro hloubení jamek pro kůly upotřebit motorové jamkovače, a to přenosné (dvoumužné) nebo nesené na traktorech. O těchto prostředcích bude blíže pojednáno v další kapitole. Stroje pro mechanickou ochranu kultur před zvěří jsou dále zastoupeny rozvinovači a svinovači pletiva pro stavbu a rekonstrukci oplocenek, a stále aktuální je i ruční nářadí pro zatloukání kůlů.

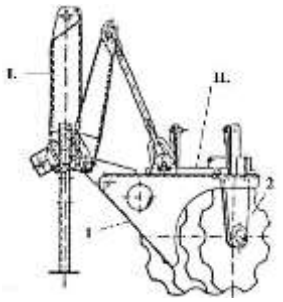


Obr. 9.24. Ruční beran a nástrčný buchar pro zatloukání kůlů



1 závěsná konzola 2 vidlice 3 čep 4 otočné pouzdro 5 objímka 6 saně 7 cepový vyžínač 8 nájezdová deska

Obr. 9.25. Nesený vyžínač buřeně



I. rám stroje II. pracovní sekce 1 nájezdová deska 2 baterie disků

Obr. 9.26. Nesený talířový drtič buřeně

Ošetřování sazenic a mladých stromků kypřením půdy se pro značnou časovou a finanční náročnost realizuje jen v omezeném rozsahu ve speciálních kulturách, např. topolových, nebo v kulturách založených na celoplošně připravených plochách v lužních oblastech. Používají se k tomu mechanizační prostředky nesené na traktoru - kultivátory, půdní frézy a talířové brány, které při práci pojíždějí v meziřadí stromů ošetřovaných porostů. V poslední době jsou na trhu k disposici i různé samochodné malé mechanizační prostředky, v běžné provozní praxi však pro daný účel nejsou používány.

Vyžínání buřeně je stěžejním způsobem jejího mechanického potlačování. Základním předpokladem pro efektivní použití strojů je výsadba sazenic v pravidelných řadách a ve vhodných sponech. Používané mechanizační prostředky se rozlišují na motomanuální (přenosné) a na stroje nesené na UKT. V ČR se z motomanuálních strojů pro vyžínání buřeně nejvíce používají **křovinořezy**. Výkonnost křovinořezu proti ručnímu ožínání je 2krát až 3krát větší. Konstrukce křovinořezu a jeho ovládání jsou popsány v následující kapitole. Pro ožínání má křovinořez **speciální řezné orgány**, které se dělí na **strunové vyžínací hlavice** s rotující nylonovou 2-3 mm tlustou strunou pro měkký bylinný

pokryv; **vyžínací hlavice s výklopnými noži a plastové řezné kotouče** pro vyzrálou bylinnou buřeň; a **ocelové řezné orgány** a nože s 2 až 8 břity, pro vyzrálou a zdřevnatělou buřeň. Vyžínání buřeně křovinořezem může být celoplošné, lépe však v pruzích nebo ploškách okolo sazenic. Práce s křovinořezem při ožínání sazenic v kulturách musí být vykonávána velmi obezřetně, jinak hrozí velké procento poškozených nebo zničených stromků. Práci s křovinořezem v tomto případě usnadňuje a riziko poškození stromků snižuje **použití ochranných krytů** a distančních přípravků, nasazených na úhlovém převodu křovinořezu.

Výjimečně se v zahraničí i v ČR na příhodných lokalitách s řadově založenými kulturami používají **nesené stroje pro mechanické potlačování buřeně**, jejichž pracovní orgány rotují v horizontální nebo vertikální rovině. Vlastní pracovní orgány jsou nože, řetězy nebo cepy. Tyto adaptéry lze rozlišit do dvou skupin, podle toho, zda jejich pracovní nástroje jsou poháněné nebo nepoháněné. Patří k nim **drtiče buřeně**, což jsou adaptéry k UKT s nepoháněnými pracovními nástroji pro ničení nezdřevnatělé buřeně. Pracovními orgány jsou nepoháněné drtící válce s ocelovými břity, nebo baterie talířů s cévovým ozubením. Drtící účinek vzniká kombinací tíhy drtiče a jeho dopředného pohybu. V řadových kulturách se používají dvousekční drtiče buřeně, jejichž sekce jsou vertikálně kyvně připojeny k nosnému rámu. Při práci s těmito adaptéry traktor pojíždí svou osou nad ošetřovanou řadou sazenic a přitom je pracovními nástroji buřeň ničena v pruzích širokých cca 60 cm po obou stranách řad sazenic. V ČR byl vyráběn drtič buřeně o hmotnosti 630 kg. Směnová výkonnost je cca 1 ha plochy. **Vyžínače buřeně** jsou stroje nesené na UKT pro mechanické ničení nežádoucí bylinné a slabé (do tloušťky cca 15 mm) dřevinné vegetace na lesních plochách. Pracovními orgány vyžínače jsou poháněné vyžínací nože rotující podle konkrétní konstrukce ve vertikální nebo horizontální rovině. V řadových kulturách se používají dvousekční vyžínače, jejichž sekce jsou vertikálně kyvně připojeny k nosnému rámu. Pracovní postup je obdobný předešlému stroji - traktor pojíždí svou osou nad ošetřovanou řadou sazenic a přitom je pracovními nástroji buřeň ničena v pruzích širokých cca 60 cm po obou stranách řad sazenic. Směnová výkonnost je cca 1 ha plochy. V malé míře se v řadových kulturách v příhodných rovinatých a nečlenitých terénech mohou pro vyžínání buřeně použít **malé pojízdné žací stroje**, které jsou zpravidla analogické běžným sekačkám na jednoosé malotraktory (systém Vari, Diamond). V této kategorii existují i speciální samochodné žací stroje s dálkovým ovládáním. Jedním z nich je stroj IRUS Deltrak 2006 (SRN), který je opatřen cepovým žacím ústrojím se šířkou záběru 105 (125) cm, neseným na pásovém podvozku. Je poháněn motorem o výkonu 19 kW a jeho svahová dostupnost činí až 50°. Pohony podvozku i pracovního ústrojí jsou řešeny hydraulickými systémy. Ovládán je povelovou radiostanicí pracovníkem, který se zdržuje v bezpečné vzdálenosti na dohled od stroje. Použitelnost takových strojů v LH je však zatím spíše na ověřovací úrovni.

10. TECHNIKA A TECHNOLOGIE OBNOVY A VÝCHOVY LESA

Obnova a výchova lesa, tak jak je vymezena v tomto textu, od přípravy stanovišť, přes zakládání kultur až po jejich výchovu prořezávkami, vychází ze dvou základních atributů lesního hospodářství, dlouhodobosti a cykličnosti. Jednotlivé výrobní aktivity, ať je to příprava ploch pro obnovu lesa, vlastní zakládání kultur v rámci obnovy lesa či zalesňování nelesních ploch, péče o kultury i výchova porostů, musí být konány s vědomím vzájemné návaznosti, reagovat na podmínky vytvořené předchozími operacemi, zvláště lesní těžbou, a vytvářet podmínky pro aktivity budoucí. Svou skladbou se jedná o úsek různorodý, obsahující řadu činností, jež musí být vykonávány v souladu s přírodně-výrobními podmínkami, s minimalizací negativních vlivů na lesní prostředí i s potřebami lesní produkce. Vždy je třeba mít na paměti, že řešení jednotlivých fází produkčního procesu nesmí být izolováno od předchozích, ani následných fází.

10.1. Příprava stanovišť pro obnovu lesa

Cílem výrobní fáze příprava stanovišť pro umělou, případně i pro přirozenou obnovu lesa, je vytvoření vhodných podmínek jak biologických (pro ujmutí a růst sazenic v umělé obnově, nebo vzcházení opadaných semen a prospívání nárostů u přirozené obnovy), tak i technických, usnadňujících práci člověka i techniky. Příprava stanovišť sestává z operací, jejichž skladba není neměnná, nýbrž jejichž volba je závislá na konkrétní situaci a potřebách dané lokality. K **hlavním operacím** přípravy stanovišť náleží odstraňování těžebních zbytků, nežádoucích nárostů a pařezů; klučení stromů; a příprava půdy. Vzhledem k mimořádnému významu přípravy půdy, je její problematika zpracována samostatně.

10.1.1. Odstraňování těžebních zbytků

Těžebními zbytky je část biomasy lesních stromů s nízkou technologickou kvalitou, výrazně omezující možnosti jejich využití, jejichž hlavní podíl tvoří klest, což jsou větve a nestandardní dříví z vrcholové části. Tloušťka tohoto dříví zpravidla nepřesahuje hodnotu 7 cm, jedná se tedy o nehroubí. Součástí těžebních zbytků jsou i další komponenty, jako krátké nesourodé odřezky kmenových částí, tenké i tlusté, zdravé i napadené hnilobou, dlouhé max. 1 m (zpravidla však kratší), případně i části kořenového systému vyvrácených či vyklučených stromů. Podíl těžebních zbytků, a to především klestu, na celkovém objemu biomasy stromu je značný. Konkrétní hodnoty závisejí na dřevině, věku a dimenzích. Např. u mladých smrků s výčetní tloušťkou 10 cm činí podíl klestu vzhledem k objemu hroubí až 60 %, u starších stromů s výčetní tloušťkou 35 cm tento podíl klesá na hodnotu cca 16 % (viz Lesnický kalendář, 1941, in Simanov, 1993). Role těžebních zbytků může být hodnocena záporně i kladně. Těžební zbytky tvoří překážku pro obnovní práce a jeho významnou negativní úlohou je vytváření prostředí pro přemnožení podkorního hmyzu a úkrytu myšovitých hlodavců, poškozujících sazenice. Na druhé straně jsou zdrojem živin a humusu na obnovované ploše. Mohou však tvořit i významný zdroj biomasy pro další využití, zejména energetické. **Nakládání s těžebními zbytky je dvojí**

- pouhá likvidace těžebních zbytků
- zpracování těžebních zbytků pro další využití.

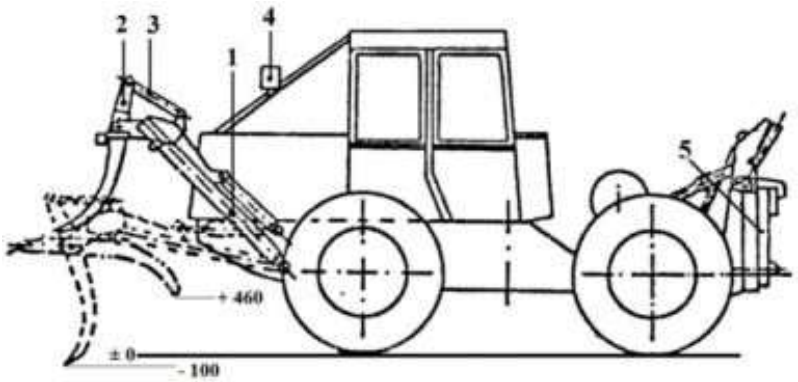
Likvidace těžebních zbytků je různorodá. Nejjednodušším způsobem je jejich **ponechání** rozptýleně po ploše porostu **k přirozenému setlení**. Další možností je jejich shromáždění (ručně) nebo mechanizovaně shrnovači klestu a opět ponechání k přirozenému setlení, případně spálení (donedávna velmi hojný, nyní nepreferovaný způsob).

Shrnovače klestu jsou adaptéry ocelové konstrukce, montované na přední nebo zadní část univerzálních nebo speciálních kolových traktorů. Sestávají z hydraulicky ovládaného a výškově stavitelného nosného rámu pohyblivě připojeného k traktoru, na němž jsou pružně upevněny shrnovací nástroje – ocelové prsty. Většina shrnovačů je řešena tak, že prsty v počtu 4-5 jsou kyvně upevněny čepy na držácích v rámu. Každý prst je samostatně odpružen, což umožňuje kopírovat nerovnosti terénu a překonávat překážky (pařezy) vykývnutím prstu vzad a následným návratem do výchozí polohy. V ČR je známo několik tuzemských typů shrnovačů tohoto uspořádání (SHK 12, H 10, SV 6-087, SKH-TS-2). Některé shrnovače (Räumfix - SRN nebo Vimperk - ČR) mají prsty na rámu uloženy

ve vodítcích tak, že se prsty při překonávání překážek i kopírování terénu vysunují vzhůru, a poté přítlakem pružin spouštějí dolů. Toto řešení zkvalitňuje práci shrnovače, neboť je při přechodu překážek snížena propustnost klestu mezi prsty, oproti shrnovačům s výkyvnými prsty. Pracovní záběr shrnovačů činí 2,0-2,5 m, max. délka shrnovaného nehroubí je cca 5,0 m. Pracovní rychlost závisí na charakteru terénu a činí 4-7 km.h^{-1}. Výkonnost je 0,7-1,3 ha za směnu (podle terénu a druhu odpadu). Použití shrnovačů klestu je podmíněno existencí pasečné formy hospodaření, neboť tyto poměrně rozměrné stroje nemohou být efektivně nasazovány na plochy malé, nebo tvarově členité. Proto význam shrnovačů klestu v poslední době v ČR klesá, zřejmě i v důsledku přechodu na jemnější formy hospodaření. Shrnovač klestu pracuje při pojezdu traktoru, s použitím **tři základních pracovních postupů**

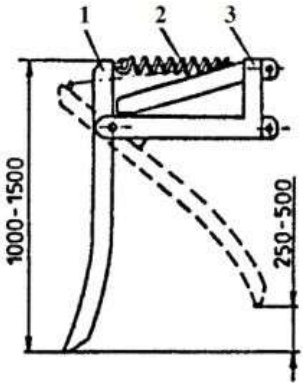
- shrnování klestu **do pruhů** orientovaných s podélnou osou paseky, vzdálenost pruhů 20-50 m, klest se nepálí
- shrnování **do porostních okrajů** se používá na úzkých dlouhých pasekách, kde by pruhy shrnutého klestu překážely. Pracovní postup je obdobný předešlému, začíná se pracovat ze středu plochy
- shrnování klestu **do hromad**, při kterém se shrnovač buď pohybuje po ploše spirálovitě směrem k pomyslnému středu hromady, nebo je klest nejprve shrnut do pruhů a poté vytvořeny hromady. Používá se pro pálení klestu.

V kombinaci s buldozerem lze uplatnit další variantu úklidu těžebního odpadu, při které je odpad „pohřbíván“, tj. ukládán do jam vytvořených buldozerem a zahrnut zeminou. Nevýhodou tohoto způsobu je vysoká nákladnost a ohrožení spodních vod vyplavováním třísliv z rozkládajícího se odpadu, i poškozování kořenů následného porostu, ke kterému dochází sesedáním zeminy.



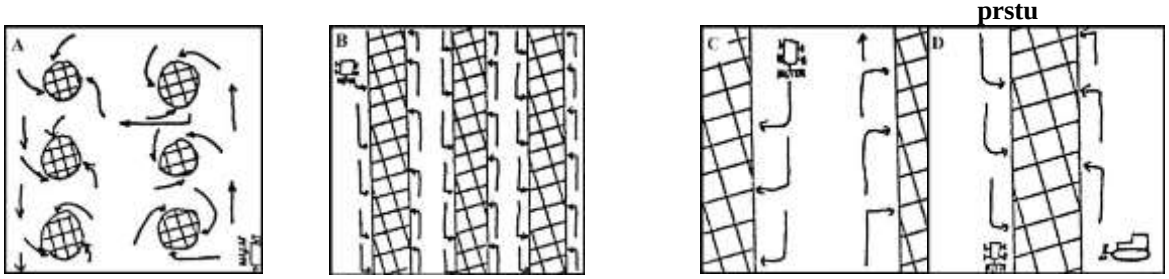
1 rám shrnovače 2 shrnovací prst 3 hydraulický okruh 4 elektroinstalace 5 protizávaží

Obr. 10.1. Shrnovač klestu SV6-087



1 prst 2 pružina 3 rám

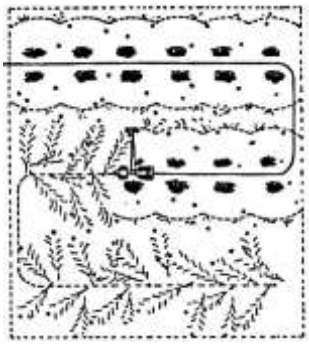
Obr. 10.2. Kinematika prstu



shrnování do hromad | shrnování do pruhů | shrnování do porostních okrajů | pohřbívání

Obr. 10.3. Pracovní postupy při shrnování těžebního odpadu

Obr. 10.4. Adaptér Buckerbulligny na výložníku bagru pro úklid klestu a přípravu půdy

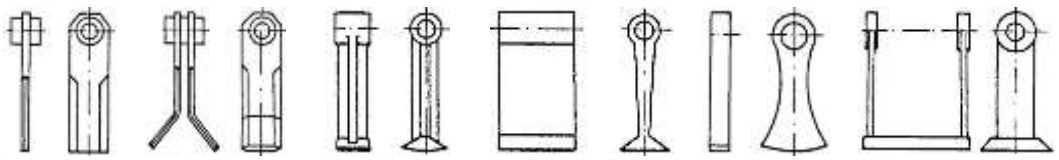


Obr. 10.5. Postup při úklidu klestu adaptéry na výložníku bagru

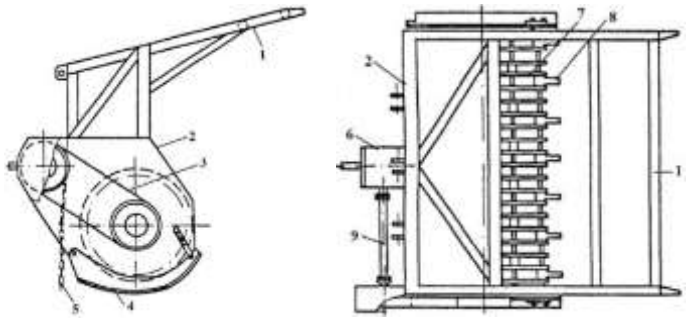
Jiným, v současnosti poměrně rozšířeným způsobem likvidace těžebních zbytků, je jejich **dezintegrace s případným zapracováním do půdy**. Povrchovou dezintegraci klestu zabezpečují drtiče nehroubí, jež jsou nesené na traktoru, výjimečně samochodné. Pracovními nástroji jsou těžká, různě tvarovaná ocelová kladiva, kyvně uložená ve spirále na vodorovné a ke směru pojezdu kolmé hřídeli. Pohon hřídele je převážně mechanický. Ve vertikální rovině rotující kladiva (až 2000 min^{-1}) narážejí při práci na zpracovávaný materiál a rozbíjejí jej. Drtiče vyžadují výkonnější traktory, alespoň 75-90 kW. Šířka záběru je od 100 do 220 cm, tloušťka zpracovávaného materiálu u běžných typů je 8 cm, u některých typů až 25 cm. Drtiče jsou pro použití v lesním prostředí vhodné proto, že snadno přecházejí přes překážky a jejich nástroje nejsou příliš zranitelné.

Pro dezintegraci těžebních zbytků a jejich zapravení do povrchové vrstvy půdy (cca 10 cm) slouží bubnové drtiče, pro zapravení do větší hloubky bubnové hloubkové půdní frézy. Hlavní součástí těchto strojů jsou frézovací hlavice. Princip frézovacích hlavic je obdobný hlavicím důlních strojů, tj. sestávají z ocelového bubnu upevněného na vodorovně a kolmo ke směru pojezdu umístěné hřídeli držené v základním rámu frézy. Bubny jsou opatřeny sadou pracovních nástrojů tvořených ocelovými zuby zakončenými výměnnými břity z tvrdokovu (zpravidla ve tvaru kužele) a při práci rotují. Pohon bubnů je hydraulický nebo mechanický a je odvozen od základního energetického prostředku, s nímž jsou hloubkové frézy agregovány, tj. zpravidla s výkonným traktorem. Výkon motoru traktoru činí podle typu, šířky a hloubky záběru od 150 do 300 kW, výjimečně až 600 kW, jedná se tedy o energeticky velmi náročné technologie (Černý a Neruda, 2001). K nejznámějším strojům této skupiny, u nás používaným, patří drtiče nehroubí Willibald UFM 180 a UFM 225 (SRN), Seppi Forst M a FAE FMM 100 až 250 (It), tuzemským strojem je DVV-93 použitelný do tloušťky materiálu 10 cm, dále jsou používány mulčovací frézy řady MERI (Finsko) nebo AHWI, Berger, Willibald (SRN) – viz Obr. 10.8., aj.

Obr. 10.6. Typy břitů drtících válců



Obr. 10.7. Pracovní orgány drtičů nehroubí



Obr. 10.8. Drtič nehroubí

Alternativou dezintegrace klestu a jeho rozprostření na povrch půdy je **použití sekaček klestu**, jichž existuje velké množství typů s různou výkonností a energetickou náročností. Jedná se o obdobné stroje, jaké jsou používány pro produkci lesní štěpky určené pro další spotřebu.

Zpracování těžebních zbytků pro další využití může být realizováno více způsoby; tradičním, byť objemově nepříliš významným, je využití ozdobného klestu, používaného pro vazbu věnců, kytic a k výzdobě obytných a jiných prostor, který je u nás především získáván jako vedlejší produkt při výchovných těžebních zásazích. Ozdobný klest jsou části větví některých jehličnanů, listnáčů nebo stále zelených stromů a keřů, tříděné a dodávané ve stanovených jakostech a délkách. Druh dřeviny, jež je zdrojem klestu, závisí výhradně na požadavku odběratele.

Časté je zpracování těžebního odpadu desintegrací, zejména štěpkováním s ukládáním do přepravních prostředků, a s dalším využitím dezintegrovaného materiálu. Kromě těžebních zbytků je možné i štěpkování celých stromů, neboť existují stroje konstrukčně k tomu připravené. Technologie zpracování těžebních zbytků štěpkováním jsou velmi různorodé, přičemž se rozlišuje štěpkování na lince, na odvozním místě, na centrálním místě zpracování (dřevosklad, spotřebitel). Spotřebitel stanoví, pro jaké účely bude štěpka užívána a jaké parametry má plnit, tj. zda bude štěpka určena k technologickým nebo jen energetickým účelům. Náročnost parametrů na energetickou štěpku je nižší a rovněž strojní vybavení pro její výrobu je jednodušší než u technologické štěpky, která musí vykazovat konkrétní parametry rozměrů, podílu zelené hmoty, kůry, příměsí aj.

Významnými faktory pracnosti výroby a kvality štěpky je míra a způsob soustředění těžebních zbytků (typické a pracnost zvyšující je rozptýlení materiálu po ploše při klasických výchovných těžbách, koncentrace materiálu při použití harvestorových technologií či procesorových technologií ve stromových metodách těžby apod.). Při mechanizovaném soustřeďování těžebních zbytků z pasečných ploch pomocí shrnovačů klestu dochází k jeho znečistění minerálními příměsi z povrchu terénu. Tím je následné štěpkování takto shrnutého materiálu ztíženo, neboť hrozí rychlejší otupování či poškození sekacích nástrojů štěpkovacích strojů. Charakteristickým znakem produkce lesní štěpky je problém efektivnosti její dopravy a využití nosnosti přepravních prostředků, tj. kapacity odvozních souprav. Hmotnost 1 m^3 volně ložené štěpky se pohybuje pod hranicí 200 kg (pro srovnání hmotnost 1 m^3 jehličnatého dříví činí ca 700 kg). Rovněž hustota volně loženého klestu, potenciálně přepravovaného k zeštěpkování na centrální místo zpracování, je nízká a pohybuje se okolo 170 kg na 1 m^3. Zvýšit hustotu těchto materiálů při jejich přepravě a tím i zlepšit vytížení přepravního prostředku nebylo v provozních podmínkách donedávna reálné. Proto lze za významný pozitivní obrat v řešení této problematiky považovat technologii založenou na mechanizovaném sběru těžebních zbytků, lisování a vytváření balíků válcového tvaru, ovázaných motouzem. Příkladem této moderní techniky je **balíkovací stroj** John Deere 1490D, který drapákem na hydraulickém jeřábu sbírá špice stromů a větve pomístně uložené po stranách vývozních linek při těžbě harvestory a vkládá je do lisovacího ústrojí. V lisovacím ústrojí je vytvářen kontinuální slisovaný a motouzem ovázaný válec klestu, který stroj zkrátí na výřezy cca 3 m dlouhé a ca 70 cm tlusté. Hmotnost balíků činí 400-700 kg, a jejich objemová hmotnost se pohybuje od 350 do 600 kg/m^3. Tím je dosaženo výrazně vyššího vytížení přepravních prostředků i usnadnění manipulace s těžebními zbytky. Balíky jsou strojem ukládány podél linky a následně vyváženy standardním vyvážecím traktorem na odvozní místo a poté odváženy na místo spotřeby odvozní soupravou s přívěsem pro sortimentní výřezy. Vzhledem k formě a hustotě vytvořených balíků jsou odvozní soupravy srovnatelně vytíženy, jako při odvozu výřezů. Náklad

balíků na odvozní soupravě s přívěsem činí ca 65 kusů. Z 1 ha vytěžené plochy se v závislosti na dřevině vyrobí ca 70 balíků, výkonnost balícího stroje činí 10-30 balíků za hodinu v závislosti na místních podmínkách. U spotřebitele mohou být balíky přímo spalovány ve vhodných zařízeních nebo štěpkovány. Předtím mohou být balíky klestu ponechány k přirozenému vyschnutí. Viz též kap. 23.

Obr. 10.9. Balíkovač klestu John Deer 1490D a vyvážecí traktor vezoucí balíky na OM

10.1.2. Odstraňování nežádoucích nárostů

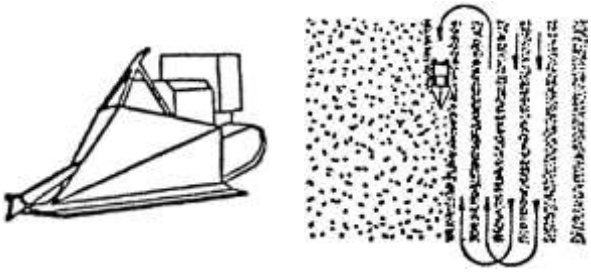
Nežádoucím nárostem je vegetace bylinného nebo dřevinného charakteru, vyrůstající na ploše samovolně přírodní cestou, mající nepatrný hospodářský či ekologický význam, a která je překážkou pro založení lesní kultury. Tyto porosty jsou často tvořeny dřevinami snadno regenerujícími výmladností (bříza, jeřáb). Vlastností nežádoucího nárostu ale mohou nabýt i porosty náhradních dřevin, typické pro oblasti s imisním působením, v době, kdy splnily svůj účel a jsou rekonstruovány na hospodářské porosty. Odstraňovat či potlačovat nežádoucí nárosty je možno mechanicky, chemicky nebo kombinací obou způsobů. K **mechanické likvidaci** se používají přenosné (motomanuální) a nesené stroje, které rozlišujeme na

- stroje odřezávající nadzemní části vegetace
- stroje vykonávající destrukci a rozmělnění nadzemních částí vegetace s ponecháním na povrchu půdy
- stroje vykonávající destrukci a rozmělnění nadzemních částí vegetace s částečným zapravením do půdy.

Pro **odřezávání nadzemních částí** dřevinné vegetace lze na malých plochách a pomístně použít ručního nářadí (sekáče, mačety, pilky), motomanuální stroje (motorové pily a křovinořezy) a stroje nesené (řezné radlice). **Motorové pily** jsou vhodné lehčího provedení, nižších výkonových tříd (1,1-2,6 kW). Pro zlepšení ergonomických parametrů lze pro tyto práce pily upnout do nosného rámu. Příkladem takového řešení je systém Rantapu z 80. let minulého století nebo zcela soudobý výrobek APURI. Oba prostředky pocházející ze Skandinávie. **Křovinořezy** jsou progresivními prostředky pro odřezávání dřevinných nárostů, které je svým charakterem obdobou kácení stromků křovinořezem při prořezávkách. **Řezné radlice** jsou nesené adaptéry na přídi kolového nebo pásového traktoru (dozeru) používané v zahraničí. Jsou buď šikmé s úhlem sklonu radlice 25–28° od osy pojezdu nebo ve tvaru V (typ Delta), kdy obě části radlice svírají spolu úhel 50–60°. Při dopředném pohybu jsou stromky o tloušťce 8-30 cm odřezávány břity nacházejícími se na spodní části radlic a u šikmých radlic mohou být stromky i shrnovány do hromad. V našich podmínkách se s těmito stroji nesetkáme, používají se na rozlehlých plochách v USA, Kanadě aj.

Obr. 10.10.1. Rám Rantapu na mot. pilu

Obr. 10.10.2. Rám Apuri na motorovou pilu



Obr. 10.11. Řezná radlice Delta a její pracovní postup

Stroje pro destrukci a rozmělnění nadzemních částí vegetace **s ponecháním vzniklého materiálu** na povrchu půdy se rozlišují dle smyslu rotace nástrojů na dvě skupiny:

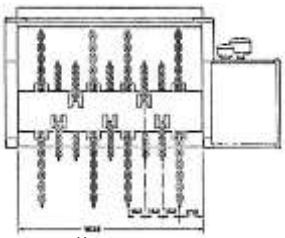
Rotační sekačky nehroubí jsou opatřeny nástroji, rotujícími v horizontální rovině a jsou neseny na traktoru. Pracovními nástroji jsou ocelové nože nebo řetězy v počtu dvou až čtyř kusů, kyvně upevněné na přírubě rotující na svislé hřídeli (750 min^{-1}), na kterou je přiváděna energie z vývodové hřídele traktoru. Tloušťka likvidovaných stromků je u jehličnanů do 70 mm a u listnáčů do 40 mm. Výkon traktoru dle typu stroje a druhu dřeviny 35-75 kW. Sekačky jsou do ČR importovány (SRN), známý je typ RSB 631 se šířkou záběru 165 cm a typ Fehrenbach se šířkou záběru až 220 cm. Tyto stroje se též mohou použít i pro rozčleňování rozsáhlejších porostů.

Drtiče nehroubí jsou opatřeny nástroji rotujícími ve svislé rovině na hřídeli kolmé ke směru pojezdu.

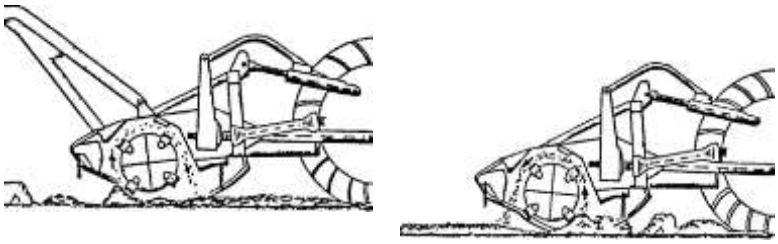
Stroje vykonávající destrukci a rozmělnění nadzemních částí vegetace **s částečným zapravením do půdy** jsou:

Těžké drtící válce nejčastěji tažené za traktorem nebo dozerem. Na jejich plášti jsou rovnoběžně s osou otáčení ocelové břity (6 až 8 kusů). Válce působí především svou hmotností (5 i více tun), kdy je vegetace břity přitlačena k půdě a rozříznuta. Jejich použití je omezeno tloušťkou dřevinné vegetace (max. 4 cm). V současnosti se v ČR nepoužívají.

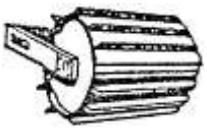
Drtiče nehroubí a mulčovací frézy - výškovým seřízením rotoru výše uvedených strojů lze vytvořenou dřevěnou štěpku mělce zapravovat do půdy, která však musí být prosta kamenů.



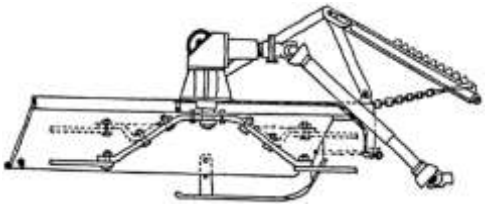
Obr. 10.12. Řetězový drtič nehroubí Berger Apolo 640



Obr. 10.13. Drtič nehroubí Willibald



Obr. 10.14. Drtící válec



Obr. 10.15. Rotační sečkačka RSB-631

10.1.3. Odstraňování pařezů a stromů klučením

V obnově lesa se mimo borových oblastí tato činnost takřka neprovádí, a to pro svou náročnost

ekonomickou i negativní dopad na prostředí. Pro tuto činnost lze použít obdobných strojů a postupů jako je uvedeno v kap. 8.

10.2. Příprava půdy pro obnovu lesa

Přípravu půdy i technické prostředky lze klasifikovat dle různých hledisek

- způsob obnovy lesa: přirozená a umělá
- účinný faktor: mechanická, chemická, kombinovaná
- technická úroveň: ruční a mechanizovaná
- způsob a rozsah provedení: pomístná, celoplošná, pruhová, ap.

Pojem **příprava půdy** lze chápat ve dvou úrovních

- **v širším smyslu** při umělé i přirozené obnově jsou přípravou půdy vytvářeny vhodné vlastnosti místa výsadby či výsevu (odstranění či potlačení buřeně a drnu, promíchání svrchních horizontů půdy, zlepšení půdní struktury prokypřením, úprava vodního režimu, úprava obsahu živin, zlepšení mikrobiálního procesu). Významným úkolem přípravy půdy je i usnadnění vlastní výsadby sazenic na pasečnou plochu.
- **v užším smyslu** je nutno za přípravu půdy považovat i takovou činnost, která umožní i pouhé vytvoření samotného prostoru v půdě pro vložení kořenového systému sadebního materiálu. To bývá vykonáváno zpravidla jako jeden z úkonů výsadby (jamková sadba motykou, štěrbinová sadba motykou či sázečem), avšak i odděleně (typická je jamková příprava motorovými jamkovači).

10.2.1. Příprava půdy pro přirozenou obnovu lesa

Mechanizační prostředky konstruované pro přípravu půdy pro přirozenou obnovu lesa jsou v současnosti v ČR používány jen omezeně (různá provedení hřebových a jiných zraňovačů půdy). Využívány jsou především stroje, jimiž je zajišťována příprava půdy pro umělou obnovu lesa (talířové půdní frézy, pluhy, talířové zraňovače, vhodné jsou i některé typy shrnovačů klestu ap.). Energetické prostředky běžných typů (UKT) jsou použitelné omezeně v řidších porostech nebo vedle porostu. V hustších mateřských porostech lze využít malotraktorů nebo motomanuálních prostředků. Tento způsob přípravy půdy je charakteristický pouhým narušením - zraněním - půdního pokryvu, tvořeného surovým humusem, hrabankou nebo drnem. Obnažuje se jím minerální půda, která může být promíchána s organickým materiálem svrchní vrstvy půdy. Přestože zranění půdy není nutné provádět do větší hloubky, je nutno jeho intenzitu a tedy i technický prostředek volit podle míry zabuřenění. Na souvisle zabuřenělých půdách je nutno buřeň strhávat v ploškách nebo pruzích, pouhým slabým narušením silně zabuřeněné půdy se nevytvoří dostatečně příznivé podmínky pro vzcházení opadaných semen, naopak toto slabé narušení půdy může přispět k zintenzivnění růstu buřeně. Jako podpůrný prostředek přirozené obnovy se v odůvodněných případech může použít potlačení buřeně chemickou přípravou půdy, případně v kombinaci s mechanickým zásahem.

10.2.2. Příprava půdy pro umělou obnovu lesa

Při umělé obnově lesa je nejčastěji používána mechanická příprava půdy. Podle rozsahu a způsobu provedení se příprava půdy rozlišuje na **celoplošnou** a **pomístnou** (pruhová, pásová, jamková, plošková, kopečková, záhrobcová).

Celoplošná příprava půdy je velmi účinná, avšak značně nákladná a je prováděna jen výjimečně (borové oblasti vátých písků, luhy, kalamitní plochy, dříve i v některých imisních oblastech). Předchází ji klučení pařezů nebo stromů a úklid pasečného odpadu. K úpravě povrchu plochy (klučení pařezů, odstraňování těžebních zbytků) při celoplošné přípravě půdy užívají dozery se speciální ozubenou dozerskou radlicí, na některých lokalitách může být tato radlice použita i pro konečnou celoplošnou přípravu půdy. Hloubka zásahu je nižší, cca 20 cm. Na vátých píscích se poté vykonává klasická celoplošná příprava půdy s využitím těžkých radličných pluhů s hloubkou záběru do 70 cm, rozrývačů a vyčesávačů kořenů, těžkých smyků a bran. Jako energetický prostředek v těchto případech často slouží dozery a pásové traktory.

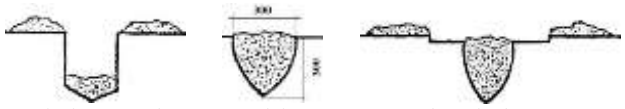
Pomístná příprava půdy v našem LH naprosto převažuje. Do této skupiny lze zahrnout nejen mechanizovanou, nýbrž i tradiční ruční přípravu půdy ručním nářadím při výsadbě sazenic. Způsoby pomístné mechanické přípravy půdy rozdělujeme na **dvě základní skupiny**

- **souvislá (kontinuální),** pro niž jsou charakteristické především výsledky, jež mají podobu nepřerušovaných pruhů, pásů, případně vyvýšených záhrobců. Do připravených pruhů a pásů lze mnohdy následně realizovat strojovou výsadbu sazenic. Nejrozšířenější ze souvislých způsobů je **pruhová příprava půdy**, při níž je půda zpracována v šířce 35-70 cm. Obvyklými stroji jsou lesní oddrnovací pluhy, lesní půdní frézy, talířové rotační zraňovače ap. **Pásová příprava půdy** má šířku 70-200 cm a je velmi intenzivním zásahem do lesního prostředí. Proto se v současné době v ČR téměř nepoužívá, neboť je dávána přednost jemnějším způsobům přípravy půdy. Pásová příprava půdy se realizuje speciálními velmi robustními radličnými pluhy nebo radlicemi dozerů. **Záhrobce** mají podobu malých půdních valů vzniklých navršením půdy do výšky 30-60 cm nad terén. Jsou vhodné zejména do zamokřelých lokalit. Lze je vytvářet speciálními pluhy nebo půdními frézami. V současnosti jsou vytvářeny jen velmi zřídka.
- **přerušovaná,** pro niž je typické jednotlivé sponové rozmístění vzájemně nepropojených mechanicky zpracovaných částí půdního povrchu po připravované ploše. Náleží k nim tradiční způsoby přípravy půdy, jako jamková, plošková, bodová, kopečková ap. Současné konstrukce sázecích strojů zpravidla neumožňují následnou mechanizovanou výsadbu sazenic do pomístně přerušovaně připravené půdy, výsadba je tedy zpravidla vykonávána ručně.

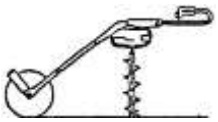
Technické prostředky pro pomístnou přípravu půdy jsou rozlišovány podle charakteru jejích jednotlivých skupin na:

Stroje pro jamkovou přípravu půdy, které jsou přenosné nebo nesené. Použitelné jsou pro hloubení jamek pro výsadbu sazenic nebo jam pro kůly, sloupy apod. ve všech druzích půd kromě nadměrně kamenitých a silně zabuřenělých, a některé z nich (přenosné) i v obtížně přístupných lokalitách. Hloubení je vykonáváno při rotačním pohybu pracovního nástroje - vrtáku (50 - 120 min^{-1}).

Přenosné jamkovače sestávají z motoru (nejčastěji benzinového spalovacího), převodové části s upínací hlavicí, vrtáku a rukojetí. Přenosnými dvoumužnými jamkovači je možno hloubit jamky do průměru 35 cm a hloubky 80 cm. Používány jsou např.: jamkovače Stihl (jednomužný BT 106 s max. průměrem jamky 150 mm a dvoumužný BT 360 - SRN), jednomužný jamkovač na jednoosém malotraktoru PJ-5O (SR), v tuzemsku byl vyvinut i jamkovač s přihnojovačem JJP-35 jako adaptér k jednoosému traktoru. Nové je upevnění jednomužných jamkovačů na jednokolový podvozek s madly - typ Pflanz Fuchs 152 až 300 (SRN), které zlepšuje ergonomiku práce a zvyšuje průměr vrtané jamky na 350 mm. Směnová výkonnost uvedených jamkovačů nepřevyšuje 1 500 ks jamek.



Obr. 10.16. Jamková příprava půdy



Obr. 10.17. Jamkovač PF 300

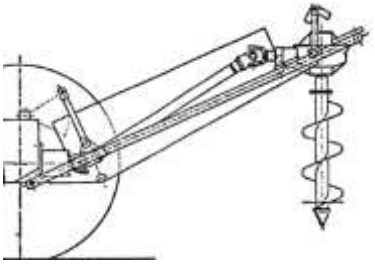
Obr. 10.18. Dvoumužný jamkovač

Nesené jamkovače jsou obvykle adaptéry k traktoru, zřídka samochodné; vrtací zařízení je umístěno na výložníku, na ramenech hydraulického závěsu, či po obvodu poloneseného bubnu (přetáčivé jamkovače). Pohon je mechanický přes pojistnou spojku, nebo hydraulický. Hloubí jámy až do průměru 0,5 m (zpravidla do 35 cm) a max. hloubky 1-2 m (běžně do 0,5 m). Používány jsou

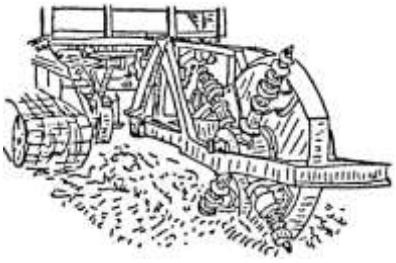
- **diskontinuelně pracující stroje** s výkonností 1500 $ks.sm^{-1}$: hydraulický jamkovač PK7-021 nesený na výložníku na přídi LKT-81 (ČR) nebo jamkovač JN-90 U nesený na tříbodovém závěsu traktoru. V SRN je vyráběn samojízdný jamkovač Plantomat na pásovém podvozku. V náročných podmínkách jsou využitelné dva adaptéry na rypadlo, jamkovač s přihnojovačem LoBo (SRN) a tasmánský kultivátor Rotree RTD opatřené kypřícím vrtákem, který dávku

hnojiva zapracuje do půdy.

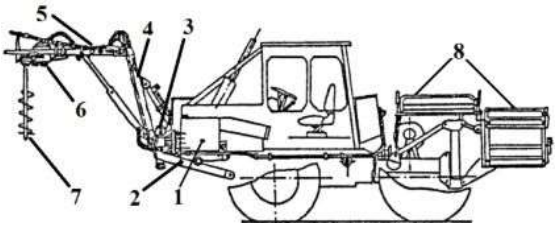
- **kontinuelně pracující stroje** s výkonností až 5000 ks.sm^{-1}: JAK-1 (R), Enso (Fin), Vimperk (ČR), které mají vrtáky umístěné po obvodu bubnu odvalujícího se po půdě.



Obr. 10.19. Jamkovač JN 90-U na UKT

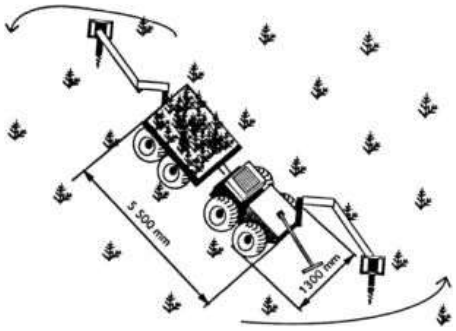


Obr. 10.20. Přetáčivý jamkovač JAK-1

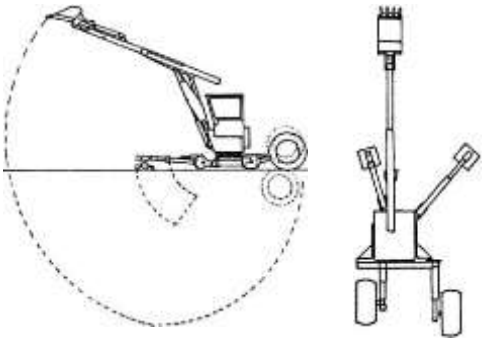


1 hydraulický systém
2 závěs
3 otoč výložníku
4 výložník
5 sklopný nosník
6 převodovka s rotačním hydromotorem
7 vrták
8 plošiny pro přepravu sazenic

Obr. 10.21. Hydraulický jamkovač PK7-021 na LKT



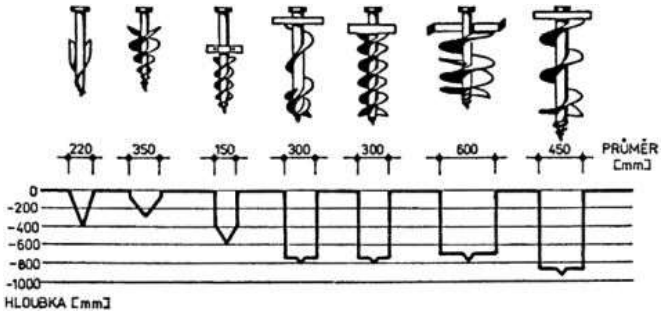
Obr. 10.22. Samochodný jamkovač FX 07P



Obr. 10.23. Kráčející rypadlo Menzi Muck při ploškové přípravě půdy

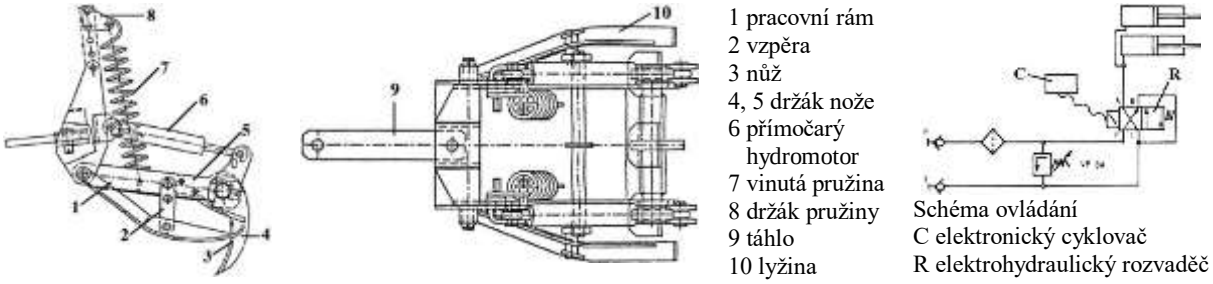
Netradičně je řešen samochodný jamkovač FX 07P (Švédsko), obr. 10.22., sestávající ze čtyřkolového samochodného podvozku s přívěsem. Na podvozku i přívěsu je upevněno po jednom rameni s hydraulicky poháněnými jamkovači. Z jednoho postavení stroje je akční rádius ramen 3,6 m. Max. průměr vrtáků je 20 cm. Při práci dva obsluhující pracovníci pochází vedle stroje a vrtají jamky, do nichž pak vkládají zpravidla obalené sazenice, převážené na přívěsu stroje.

Vrtáky jsou různého tvaru, velikosti a funkce, **spirálové** půdu z jamky vynášejí a ukládají okolo jamky, **kypřící** půdu v místě zahloubení prokypří, promísí, ale nevyzvednou, proto jsou vhodné pro výsadbu prostokořenných sazenic. Vrták **s ploškovačem** je doplněn ústrojím, které při vrtání vytváří okolo jamky kruhovou plošku zbavenou buřeně.

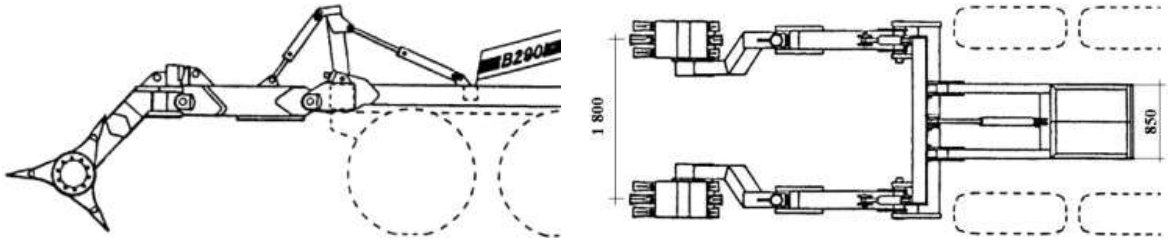


Obr. 10.24. Typy půdních spirálových vrtáků

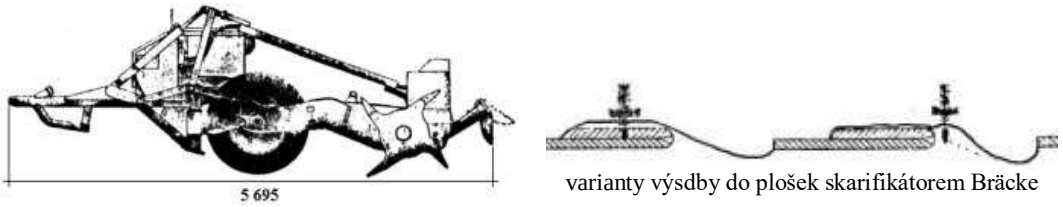
Stroje pro ploškovou přípravu půdy vytvářejí plošky tvaru čtverce nebo obdélníka o šířce 30-70 cm, méně často plošky kruhové. Plošky mohou být vytvářeny **lopatou rypadla** (bagru) nebo **speciálními stroji** - ploškovači. **Ploškovače** (označované též jako **skarifikátory**) jsou zpravidla taženy traktorem a vytváření plošky nastává strháváním povrchové vrstvy půdy jejich pracovními nástroji do hloubky 10-15 cm. Tyto ploškovače jsou nejčastěji konstruovány jako přetáčivé - pracovní nástroje jsou upevněny v otočném držáku, který je přerušovaně blokován v pracovní poloze a ploška je vytvářena pasivním pohybem (tažením) pracovních nástrojů v půdě. Odblokováním držáku s nástroji dojde k volnému přetáčení nástroje a tak k vytvoření nezpracovaného úseku půdy mezi ploškami. Přetáčivé ploškovače tedy pracují při kontinuelním pohybu traktoru po ploše. V zahraničí je na tomto principu vyráběn ploškovač Kulla, Kobold (DK), SFI (Fin), Bräcke Oje nebo Donaren (Švédsko). V ČR je vyráběn ploškovač LFB-1, nesený na tříbodovém závěsu traktoru, a skarifikátor SK-50, upevněný na etážovém závěsu UKT a agregovatelný s dávkovačem vápence. Oba stroje vytvářejí řadu plošek širokých 50–60 cm. Směnová výkonnost ploškovačů činí 1-2 ha.



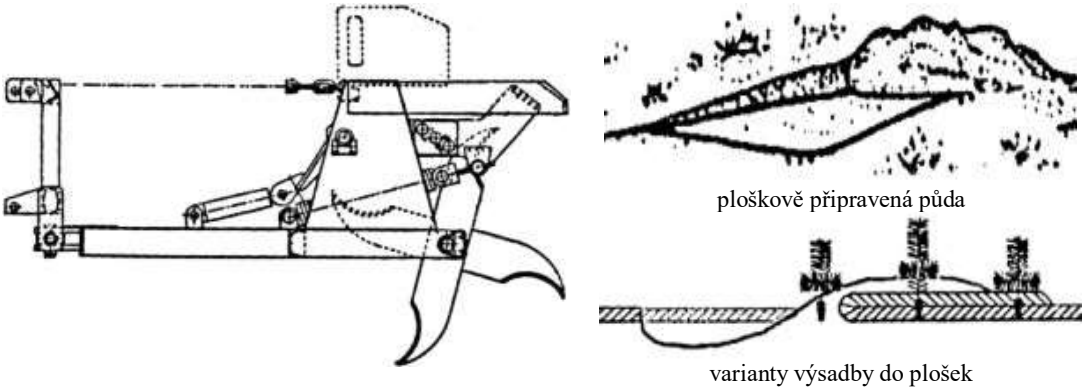
Obr. 10.25. Skarifikátor SK-50



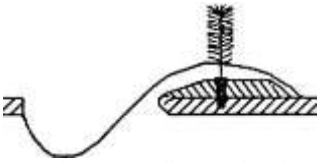
Obr. 10.26. Přetáčivý skarifikátor Bräcke b-290



Obr. 10.27. Dvouřádkový kombinovaný skarifikátor Bräcke

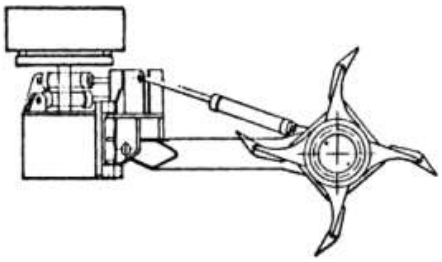


Obr. 10.28. Přetáčivý ploškovač LFB-1

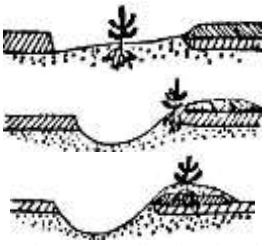


varianty výsadby do plošek připravených ploškovačem Öje

Obr. 10.29. Ploškovač Öje, montovaný na bagr



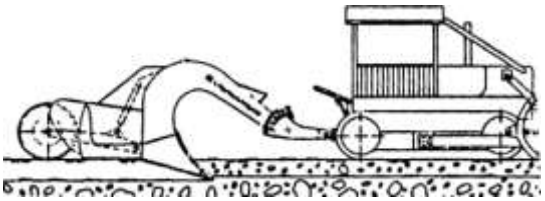
Obr. 10.30. Přetáčivý ploškovač Donaren 870 H

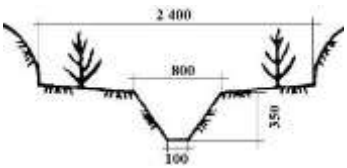


varianty výsadby do plošek

Obr. 10.31. Ploškovací fréza Gärdsta

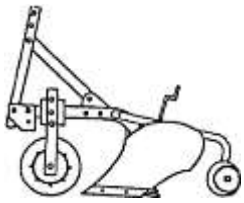
Stroje pro pruhovou přípravu půdy vytvářejí souvislé pruhy půdy široké max. 70 cm, zbavené buřeně a surového humusu, příp. prokypřené. Používají se především lesní oddrnovací pluhy, půdní frézy, talířové rotační zraňovače. Nově jsou používány hloubkové půdní frézy. Stroje jsou nesené zpravidla za traktorem. **Lesní pluhy** mají orebné těleso radličné nebo talířové. Charakteristickým znakem je, že **odhrnují půdu na obě strany** vytvářeného pruhu (brázdy). **Radličné pluhy** mají oboustrannou šípovou radlici, jsou opatřeny kotoučovým krojidlem usnadňujícím vlastní orbu i přecházení překážek, a utláčecími válci, přitlačujícími vyorávané skývy půdy k terénu. Příčný profil připraveného pruhu má tvar obdélníka. Hloubka zpracování půdy je do 20 cm. Vyžadují plochu bez pasečného odpadu a s nízkými pařezy. Používají se pluhy typu Kromberger, Waldmeister, LOP ap. Směnová výkonnost je 0,8-1,0 ha plochy. **Talířové pluhy** mají na rámu upevněny dva sférické talíře s odhrnovačkami, utláčecí válce, opěrné kolo a nájezdovou desku usnadňující přechod překážek. Pracují méně intenzivně než radličné pluhy, ale snadněji překonávají překážky. Příčný profil připraveného pruhu má tvar dvojice kruhových úsečí. Hloubka zpracování je do 15 cm. V ČR se používá pluh PH 4-010. Směnová výkonnost 0,9-1,1 ha.

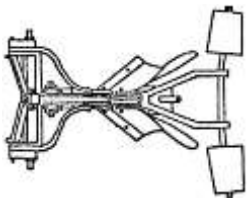




profil po pluhu KLM 240

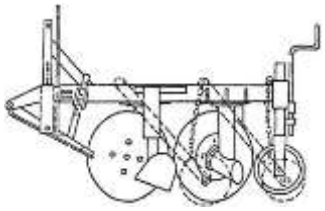
Obr. 10.32. Velký radličný pluh KLM 240

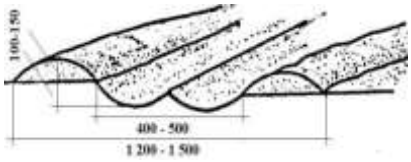




půda připravená pluhem Kromberger

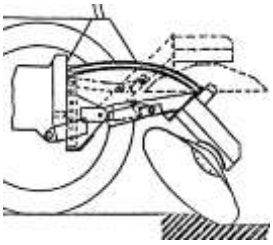
Obr. 10.33. Lesní pluh Kromberger



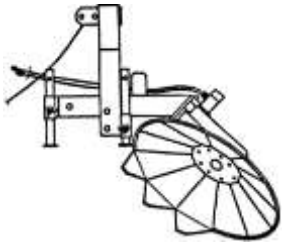


půda připravená talířovým pluhem

Obr. 10.34. Talířový pluh PH4-010



Obr. 10.33. Talířová půdní fréza TPF-1

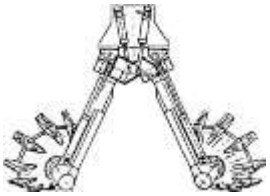


Obr. 10.34. Talířová půdní fréza s talířem pro ploškování

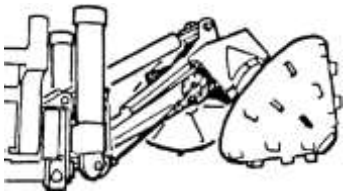
Obr. 10.35. Půda připravená talířovou frézou

Talířové zraňovače (skarifikátory) sestávají z robustního rámu s dvojicí volně se odvalujících ozubených disků o průměru 120-140 cm, výkyvných podle svislé osy. Šířku a hloubku pruhů se základní roztečí 2 m lze nastavit přestavením úhlu jejich sbíhavosti, zvětšením nebo zmenšením zátěže, změnou typu disků a změnou rychlosti. Při práci jsou taženy za LKT nebo pásovým traktorem. Nejpoužívanější jsou finské brány TTS-10, TTS-20, TTS-25, TTS-35. Zraňovač TTS-35 H má hydraulicky ovládaný přítlak disků. Směnová výkonnost je 1,0 - 3,0 ha.

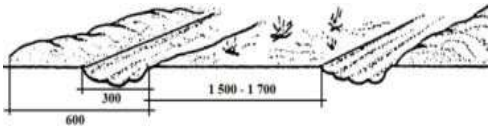
Půdní frézy pro povrchovou přípravu pruhů mohou mít pracovní nástroj bubnový s noži ve tvaru L (ve zvlášť příznivých půdních podmínkách), převažují však nástroje tvaru **talíře s ozubeným okrajem**, např. typy TTS-35 HJ Delta (Fin), TPF-1 či TPF-2 (ČR). V zahraničí existují i půdní frézy s nástrojem tvaru kuželové úseče s povrchovým ozubením (Wadell, Švédsko). V ČR jsou nejvíce používány tuzemské talířové půdní frézy TPF-1 nesené na tříbodovém závěsu UKT. Nástrojem je ozubený sférický frézovací talíř, poháněný přes převodovku z hydraulického okruhu traktoru. Při práci se talíř, postavený šikmo k ose pojezdu, otáčí (100 min^{-1}) a při pojezdu stroje je tak průběžně odstraňována svrchní vrstva půdy a ukládána po straně vytvořeného pruhu. Nastavením talíře nebo jeho výměnou lze připravovat půdu do záhrobců či vytvářet přerušované pruhy. Překonávání překážek nevyžaduje zásah traktoristy. Směnová výkonnost je 0,8-1,5 ha.



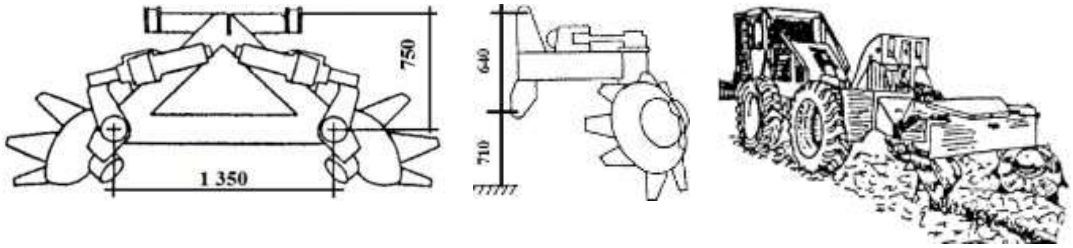
Obr. 10.36. Skarifikátor Donaren 180



Obr. 10.37. Skarifikátor Wadell

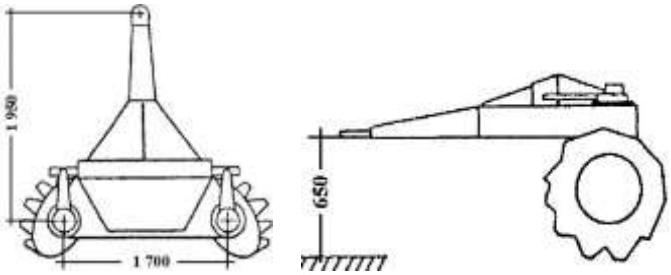


Obr. 10.38. Půda připravená rotačním talířovým skarifikátorem



rozměry typu TTS 10 TTS 25

Obr. 10.39. Talířové půdní skarifikátory TTS 10 a 25



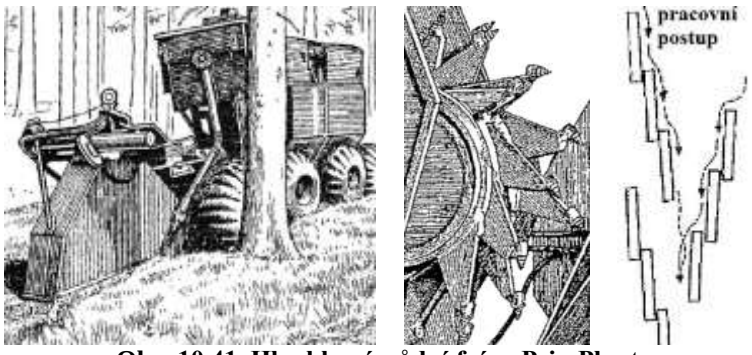
rozměry typů TTS 20 a TTS 35

Obr. 10.40. Talířové půdní skarifikátory TTS 20 a 35

Jako **hloubkové půdní frézy** označujeme bubnové půdní frézy, schopné zpracovávat lesní půdu v pruzích nebo pásech do hloubky větší než 20 cm, max. do 50 cm. Jedná se o novější konstrukční a technologický princip, používaný ve světě ca od 90. let 20. století, v ČR ca od roku 2000. Tyto stroje umožňují

- **hloubkové propracování půdy** (rozmělnění půdních agregátů a promíchání vrstev) včetně povrchového pokryvu vegetací až do hloubky 50 cm
- **roztříškovat a do půdy zapracovat těžební zbytky** (vršky stromů, větve, odřezky), pařezy i kořeny, proto není nutno plochu před přípravou půdy nijak zvláštně upravovat
- **zapracovat do půdy hnojiva** a sypké hmoty z bazických hornin za účelem úpravy půdního chemismu.

Výše uvedené tři hlavní účinky hloubkových fréz vytvářejí velmi kvalitní půdní podmínky pro vysazované sazenice, zvyšující ujímavost založené kultury, a to i na velmi obtížných kalamitních lokalitách. Půdu je vhodné tímto způsobem zpracovávat na podzim, a vysazovat až na jaře, kdy půda slehne. Na vysychavých stanovištích by tato příprava neměla být realizována. Technologické postupy mohou být kombinovány s pařezovými a mulčovacími frézami. **Frézovací hlavice** této skupiny strojů lze podle šířky záběru rozlišit na frézovací kola (do šířky záběru 30 cm) a na frézovací válce (šířka záběru nad 30 cm) rotující na vodorovně a ke směru pojezdu kolmo umístěné ose. Princip frézovacích hlavic je obdobný hlavicím důlních strojů. Pro všechny stroje této skupiny je typická vysoká energetická náročnost, např. pro vytvoření pruhu širokého 30 cm o hloubce 50 cm je nutný příkon cca 130 kW. Známými typy hloubkových fréz **pro přípravu pruhů** jsou stroje Pein-Plant vyráběné v SRN, které se používají i v ČR (Krušné hory). Podle typu jsou vybaveny jednou nebo dvěma frézovacími hlavicemi zpracovávajícími půdu v pruzích o šířce 30 cm a hloubce až 50 cm. Jsou vybaveny dávkovačem sypkých materiálů (hnojiv a mletých basických hornin v dávce 0-2 kg/bm pruhu). Hlavice jsou neseny na speciálním osmikolém nosiči, jehož rozchod kol je stavitelný od 1,5 do 3,0 m a umožňuje práci na svazích až 30° a také práci pod porostem při podpoře přirozené obnovy lesa. Hlavice opatřené 12 zuby jsou hydraulicky poháněné. Směnová výkonnost činí 5 000 - 7000 bm. Tuzemskou alternativou tohoto stroje je rotavátor LESROT, nesený na UKT, který podle typu vytváří pruhy propracované půdy 30–60 cm široké. **Pro pásovou hloubkovou přípravu půdy** (šířka do 2,5 m) a pro celoplošnou přípravu půdy jsou určeny hloubkové frézy těchto typů: MaK (SRN) - hloubka zpracování půdy 30 (80) cm, výkonnost 1,5 ha/sm, příkon motoru 660 kW; AHWI RM 700 a UZM 700 (SRN) - hloubka zpracování půdy 30 cm, výkonnost 1,0 ha/sm, příkon motoru 340 kW; MERI MJ-1.4, MJ-1.8, MJ-2.3 a MJS-2.5 (Finsko) - hloubka zpracování půdy 20 cm, výkonnost do 1,0 ha/sm, příkon motoru dle šířky záběru 75 - 130 kW; FAE (ČR) - šířka záběru podle provedení od 1,0 do 2,0 m, hloubka zpracování půdy 15 cm, výkonnost do 1,0 ha/sm, příkon motoru podle šířky záběru a pracovní hloubky 30 - 80 kW. LESROT 160/30 – šířka záběru 1,6 m, příkon traktoru 60 kW.

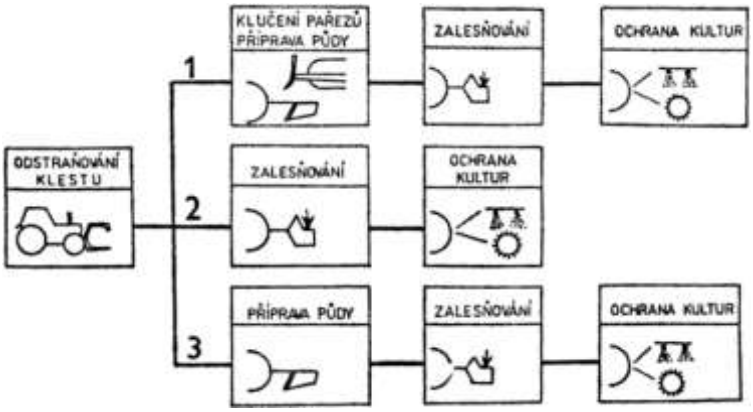


Obr. 10.41. Hloubková půdní fréza Pein Plant

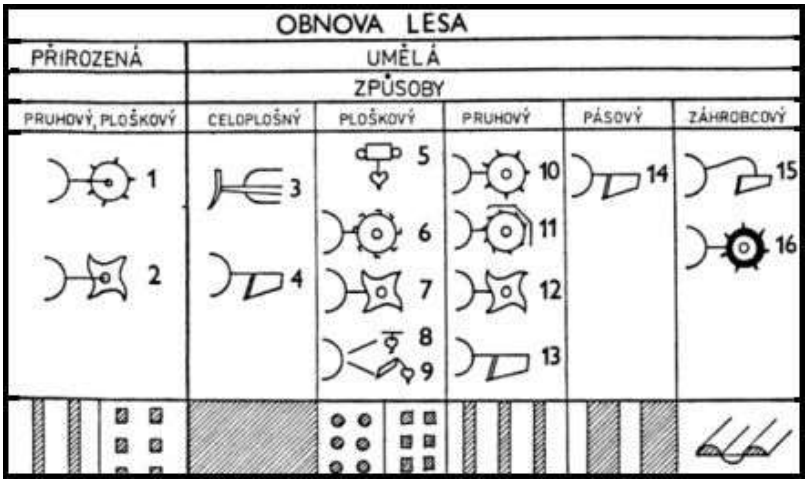
10.2.3. Technologická návaznost užití strojů při přípravě půdy

Jak vyplývá z předešlých statí, dávajících jen stručný přehled současného stavu, je variabilita možností využití strojů pro přípravu půdy pro obnovu lesa značná. Nutné je respektovat přírodní, ale i technické a technologické souvislosti, např. zvolit vhodný stroj v souladu s potřebami stanoviště, vysazovaného sadebního materiálu, prostorové úpravy zakládané kultury a ekonomiky práce. Významná je rovněž podmínka návaznosti operace přípravy půdy na operace následné, zejména na mechanizovanou

výsadbu sazenic, případně na ochranu kultur. Pro použití sázecích strojů provádějících řadovou výsadbu je podmínkou, aby půda byla zpracována pruhově, a byla dodržena přímost pruhů i jejich hloubka. Proto např. není pro následnou mechanizovanou výsadbu sazenic vhodná příprava půdy jamková nebo plošková (nelze sázecím strojem do takto připravené půdy vysazovat sazenice) či pruhová po vlečených zraňovačích (přímost takto vytvořených pruhů připravené půdy je nízká a nevyhovuje nárokům sázecích strojů).



Obr. 10.42.1. Návaznost technologických operací při různých variantách mechanizované obnovy lesa



1, 6, 10, 11 půdní frézy a rotační zraňovače; 2, 7, 12 ploškovače; 3 dozery; 4, 13, 14, 15 pluhy; 5 přenosné jamkovače; 8, 9 nesené jamkovače; 16 záhrobcová fréza

Obr. 10.42.2. Přehled strojů a způsobů přípravy půdy

	Druh prostředku (typ)	Příprava půdy	Pro přirozenou obnovu	Energetický prostředek	Původ stroje	Druh seče	Maxim. stupeň buřeně	Výkonnost	Způsob výsadby sazenic	Použití v terénních typech	Pozn.
1	Knotové aplikátory herbicidů (Zuwa)	Ch-PL	ano	lidská síla	Imp., ČR	P, K, V	3	0,3-0,5 ha/sm	R	bez omezení	1)
2	Přenosný zádový postřikovač (CP-15)	Ch-PL, PR, CP	ano	lidská síla	Imp.	P, K, V	3	0,6 ha/sm (PL) 1,0 ha/sm (PR) 1,5 ha/sm (CP)	R, S	bez omezení	
3	Mikropostřikovač (Mikrofit Herbi)	Ch-PL, PR, CP	ano	baterie + lidská síla	Imp.	P, K, V	3	0,6 ha/sm (PL) 1,0 ha/sm (PR) 2,0 ha/sm (CP)	R, S	bez omezení	buřeň do výšky 0,3 -0,5 m
4	Postřikovač nesený traktorem (RP7-057)	Ch-PL, PR, CP	ano	UKT 37 kW	ČR, Imp.	P, K, V	3	1,2 ha/sm (PL) 3,0 ha/sm (PR) 8,0 ha/sm (CP)	R, S	11-13	
5	Kopné ruční nářadí (motyka ap.)	J, PL, K	ano	lidská síla	ČR, Imp.	P, K, V	3	max. 400 ks/sm	R	bez omezení	
6	Sázeče	Š	ne	lidská síla	ČR, Imp.	P, K, V	1	800 ks/sm vč. výsadby	R	bez omezení	
7	Přenosné dvoumužné jamkovače (Stihl)	J, PL	ne	vlastní motor	Imp.	P, K ,V	2	max.1 500 ks/sm	R	bez omezení	
8	Jamkovač na podvozku (Pflanz Fuchs)	J, PL	ne	vlastní motor	Imp., V	P, K ,V	2	max. 250 ks/h	R	11-13, 21-23	

9	Samojízdný jamkovač	J, PL	ne	malotraktor 3,5 kW	Imp., V	P, K	2	max. 230 ks/h	R	11-13, 21-23	
10	Hydraulický jamkovač na LKT (PK7-021)	J, PL	ne	LKT-81 (90) 70 kW	ČR	P	3	max.1 500 ks/sm	R	11, 12, 13 (14)	
11	Nesené jamkovače na rypadlech (LoBo,Rotree)	J, PL	ne	rypadla 95 kW	Imp.	P	3	250-300 ks/h	R	bez omezení	
12	Přetáčivý ploškovač LFB-1	PL	ano	UKT 47 kW	ČR	P	3	1,0-1,5 ha/sm	R	11,12,(13)	2)
13	Přetáčivý ploškovač LFB-1	PL	ano	SLKT 70 kW	ČR	P	3	1,0-1,5 ha/sm	R	11, 12, 13, (14)	2)
14	Skarifikátor SK-50	PL	ano	UKT 47 kW	V	P	3	1,0-1,5 ha/sm	R, S	11, 12, (13)	3)
15	Lesní radličný pluh (Kromberger)	PR	ano	UKT (SLKT) 55 kW	ČR	P, V	3	1,0 ha/sm	R, S	11, /12/	4)
16	Lesní talířový pluh (PH4-010)	PR	ano	UKT 47 kW	ČR	P, V	3	1,2 ha/sm	R,S	11, /12/	
17	Talířová půdní fréza TPF-1	PR	ano	UKT 47 kW	ČR	P	2	1,0-1,5 ha/sm	R, S	11, /12/	2)
18	Talířová půdní fréza TPF-1	PL	ano	UKT 47 kW	ČR	P	2	1,0-1,5 ha/sm	R	11, 12, (13)	2)
19	Talířová půdní fréza TPF-1	PR	ano	SLKT 47 kW	ČR	P	2	1,0-1,5 ha/sm	R, S	11, /12/	2)
20	Talířová půdní fréza TPF-2	PL	ano	SLKT 70 kW	ČR	P	2	1,0-1,5 ha/sm	R	11, 12, 13, (14)	2)
21	Talířový rotační zraňovač (TTS)	PR	ano	SLKT (UKT) 70 kW	Imp.	P	2 (3)	2,0 ha/sm	R	11, /12/	5)
22	Hloubkové půdní frézy (Pein Plant)	PR	ano	vlastní motor 150 kW	Imp.	P, V	3	5-7 tis bm/sm	R, S	11-13 (14)	
23	Hloubkové půdní frézy (Lesrot)	PR	ano	UKT, SLKT 30-60 kW	ČR	P, V	3	1,0 ha/sm	R, S	11 - 13	
24	Půdní fréza na malotraktoru	PR	ano	malotraktor 4 kW	ČR	P, K, V	1 (2)	0,5 ha/sm	-	11 -13, 21 - 23	jen pro přir. obn.
25	Bagr pásový	PL, K	(ano)	vlastní motor 95 kW	ČR	P	3	500 ks/h 160 ks/h	R, B	11 - (14), 21 - (24)	6) 7)
26	Bagr kráčející (Schaeff, Menzi Muck)	PL, K	(ano)	vlastní motor 40 kW	Imp.	P	3	300 ks/h 90-110 ks/h	R, B		6) 7)
27	Dozer	PS, CP	ne	vlastní motor 150-200 kW	Imp.	P	3	-	R, (S)	11, 12, 21, 22	8), 9)

Druh prostředku: v závorce příklad typu; **Druh přípravy půdy**: J jamková, Š štěrbinová, PL plošková, K kopečková, PR pruhová, PS pásová, CP celoplošná; **Původ stroje**: ČR, Imp. dovoz; **Druh seče**: P pruhová, K kotlíková, V výběrná; **Výsadba**: R ruční, S strojová, B nástroj na bagru; **Použití v terénních typech**: číslo typu; **Pozn.**: 1) buřeň nesmí převyšovat sazenice, 2) zdvojením adaptéru lze zvýšit výkonnost o 50 %, 3) lze použít se sázecím strojem, vápničem či opatřit rozrývačem plošek, 4) při přirozené obnově pod porostem použít pluhy jen při nedostatku vhodnějších prostředků, 5) pro větší zabuřenění vhodnější poháněné zraňovače, 6) pouze ploškování, 7) výsadba klínem, 8) možné rozhrnování valů z dřívějších celoplošných příprav, zpřístupnění terénu s překážkami (srovnání kopečků po bagru), 9) k dozeru lze připojit meliorační pluh pro hlubokou celoplošnou přípravu půdy.

Tab. 10.1. Technicko-technologická diferenciace použití technických prostředků pro přípravu půdy

10.3. Technika pro zakládání lesních kultur

Technika pro zakládání lesních kultur slouží při umělé obnově lesa a zalesňování nelesních půd pro zproduktivnění výsadby sazenic a výsevu semen některých dřevin (přímý výsev mechanizovaným způsobem při zakládání lesních kultur se uskutečňuje jen omezeně a používá se u dubu).

10.3.1. Sázecí stroje

Uplatňování strojů při výsadbě sazenic je technicky náročné, zejména na nepřipravených lesních plochách, vzhledem ke sklonitosti terénu, jeho mikroreliéfu, výskytu pařezů ap. Proto se sázecí stroje zaváděly nejdříve při zalesňování nelesních a celoplošně připravených půd, teprve později se vyvíjely a uplatňovaly stroje, které jsou schopny provádět výsadbu na plochách s výskytem pařezů bez přípravy půdy.

Základní rozdělení sázecích strojů

Sázecí stroje lze rozlišit dle různých hledisek

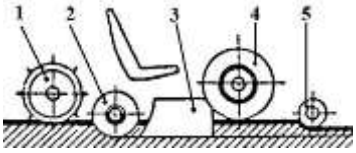
- lokalita výsadby: nelesní a lesní půda
- druh pohonu: samochodné, nesené nebo tažené
- vysazované sazenice: prostokořenné, krytokořenné
- způsob vytvoření prostoru pro kořeny sazenic: kontinuální rýhy, přerušované rýhy, štěrbiny, jamky
- vykonávané operace: pouze výsadba, výsadba a příprava půdy, přihnojování, ap.

- způsob obsluhy: ruční vkládání sazenic přímo do prostoru v půdě, ruční vkládání sazenic do podávacího ústrojí, automatizovaná výsadba, atd.

V současnosti převládají sázecí stroje s ruční obsluhou, se sázecím ústrojím vytvářejícím nepřerušovanou rýhu v půdě, nesené na traktoru.

Konstrukce a způsob využití sázecích strojů s ruční obsluhou

Základními částmi sázecího stroje jsou rýhovací ústrojí, podávací ústrojí, zahrnovací a umačkávací ústrojí, ovládací ústrojí, rám, sedačka pro obsluhu, zásobníky sazenic, u některých strojů též půdní fréza, přihnojovací ústrojí apod. **Rýhovací ústrojí** je většinou konstruováno jako úzká krabicová radlice opatřená nožovým nebo talířovým krojidlem, šířka vytvářené rýhy je max. 120 mm. Pro nakypření boků rýh jsou stěny radlic opatřeny kypřícími noži. Překonávání překážek v půdě usnadňuje pravý nebo negativní úhel sklonu čepele krojidla vůči zemi. Rýhovací ústrojí může být též diskové nebo frézové. **Podávací ústrojí** zabezpečuje přenos sazenic do půdy. U některých strojů chybí a sazenice jsou vkládány rukou obsluhy přímo do půdy. Konstrukce podávacích ústrojí sázecích strojů jsou analogické strojům školkovacím. U některých strojů tvoří rýhovací ústrojí s podávacím jeden funkční celek v podobě sázecího ramene ovládaného hydraulicky. Používána jsou i řešení, kdy jsou sazenice obsluhou pokládány na podložku, ze které si je podávací ústrojí (chapadlové) přebírá. **Zahrnovací a utláčecí ústrojí** bortí boky rýhy a přitláčí a utužuje půdu okolo kořenového systému vysazených sazenic. Je nejčastěji tvořeno dvojicí šikmo postavených kol (cca 20°), která jsou opatřena pneumatikami nebo jsou kovová. Kovová kola mají profil sférického disku, válce, komolého kužele nebo jsou kombinovaná. Průměr kol je 45-50 cm, vyvíjený tlak na půdu je 0,5-1,5 MPa. Profil kol i jejich přítlak je vhodné zvolit v závislosti na druhu půdy: pro půdy písčité kola válcová s přítlakem od 0,5 MPa, na půdách jílových kola kuželová nebo kombinovaná s přítlakem do 1,5 MPa. Utláčecí kola jsou upevněna kyvným ramenem na rámu stroje (přítlak kol zvyšují ocelové pružiny s nastavitelným předpětím), nebo jsou upevněna přímo na rámu a přenáší část tíhy sázecího stroje. Vždy musí splňovat požadavek kopírování mikroreliéfu. **Ovládacím ústrojím** se stroj zahlubuje i vyzdvihuje, udržuje se pracovní hloubka, příp. ovládá podávací ústrojí. Výškově může být stroj ovládán buď z kabiny traktoru regulací tříbodového závěsu (pro nepřipravené plochy málo vhodné) nebo z místa obsluhy stroje. Existují i automatizovaná řídící ústrojí.

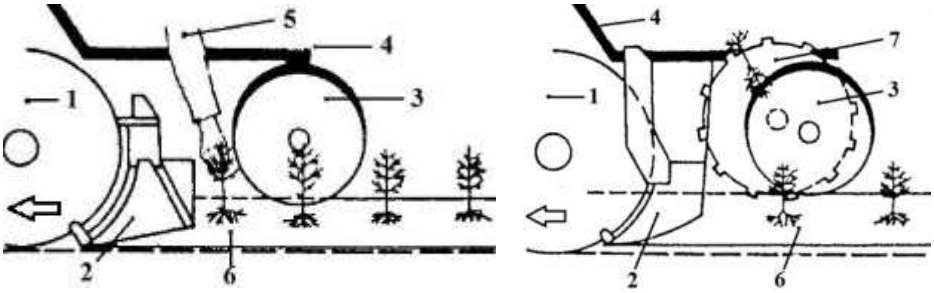


1 nástroj pro přípravu půdy 2 krojidlo 3 sázecí radlice 4 podávací ústrojí 5 utláčecí a zahrnovací ústrojí

Obr. 10.43. Schéma sázecího stroje

pružné disky | kruhový podavač s chapadly | řetěz s chapadly

Obr. 10.44. Hlavní typy podávacích ústrojí



1 krojidlo 2 sázecí radlice 3 utláčecí kola 4 sedačka 5 ruka obsluhy 6 sazenice 7 podávací ústrojí

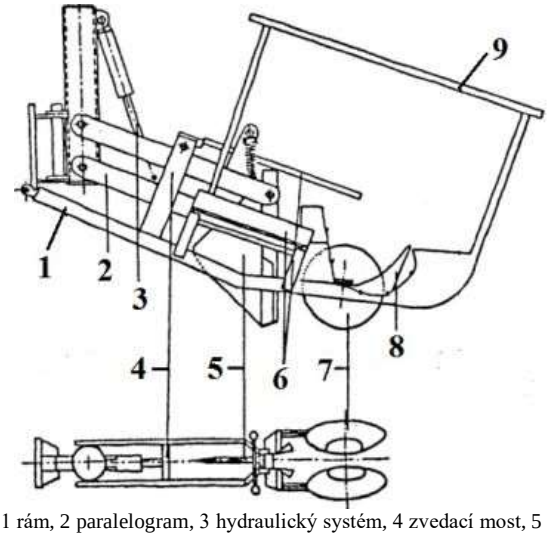
Sázecí stroj bez podávacího ústrojí | Sázecí stroj s podávacím ústrojím

Obr. 10.45. Konstrukční části sázecího stroje

Z **tuzemských sázecích strojů** se nejvíce používá rýhový zalesňovací stroj RL2-019 (dříve RZS-1, výroba PTR Olomouc, nyní VS Křtiny), určený pro výsadbu prostokořenných i krytokořenných sazenic s výškou nadzemní části 15-70 cm na připravených (pruhově, celoplošně) i nepřipravených

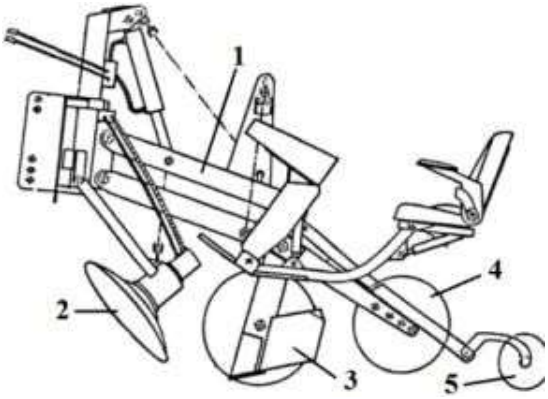
plochách s pařezy do světlé výšky traktoru (35 cm). Nesen je na etážovém závěsu UKT s pohonem všech kol, nebo zvláštním závěsu LKT. Stroj má hydraulické ovládání pedálem z místa obsluhy, které jej umožňuje zahlubovat i zvedat při překonávání překážek a udržovat optimální pracovní hloubku. Stroj sestává ze závěsné desky, rámu, paralelogramu, sázecího ústrojí, utláčecích kol s pružinovým přítlačným ústrojím, hydraulického systému a kabiny se sedačkou pro obsluhu a zásobníky sazenic. **Nepřerušovanou rýhu** v půdě vytváří krabicová sázecí radlice s trojúhelníkovým nožovým krojidlem, **sazenice se vkládají do rýhy rukou** obsluhy. Šířka rýhy je 80 nebo 100 mm podle radlice, volené s ohledem na typ a vyspělost sadebního materiálu. Ocelová utláčecí kola se dodávají ve dvou modifikacích (válcová a kuželová) a jsou upevněna na kyvných ramenech s pružinovým přítlačným ústrojím. Doporučená pracovní rychlost stroje je 0,4-1 $km.h^{-1}$. Směnová výkonnost závisí na velikosti a tvaru plochy, terénu, typu sazenic, a činí 4-5 tis. sazenic. Novou vývojovou verzí je rýhový zalesňovací stroj RZS-2 (VS Křtiny), který je kromě výše uvedených součástí vybaven v přední části dvěma talířovými frézami pro pruhovou přípravu půdy, jejichž spouštění a zvedání je prováděno spodními rameny tříbodového závěsu a ovládá je řidič UKT. Při práci frézy volně kopírují terén. Pro snadnější pronikání sázecí radlice půdou je radlice opatřena kotoučovým krojidlem. Na těžkých půdách je možné stroj doplnit za utláčecími koly diskovými nebo deskovými zahrnováky, čímž se zamezí nežádoucímu otevření rýhy. Funkce je při sázení obdobná stroji RL2-019, stroj však obsluhují dva pracovníci. Směnová výkonnost je oproti stroji RL2-019 vyšší a činí 6 - 7 tis. ks sazenic.

Na písčitých půdách jižní Moravy se pro výsadbu slabých borových sazenic používají na celoplošně připravených půdách s vyklučenými pařezy dvou- nebo víceřádkové sázecí stroje založené na principu využívaného u školkovacího stroje Accord.



1 rám, 2 paralelogram, 3 hydraulický systém, 4 zvedací most, 5 sázecí ústrojí, 6 nosiče přepravek, 7 utlačovací kola, 8 sedačka, 9 ochranná střecha

Obr. 10.46. Rýhový sázecí stroj RL2-019

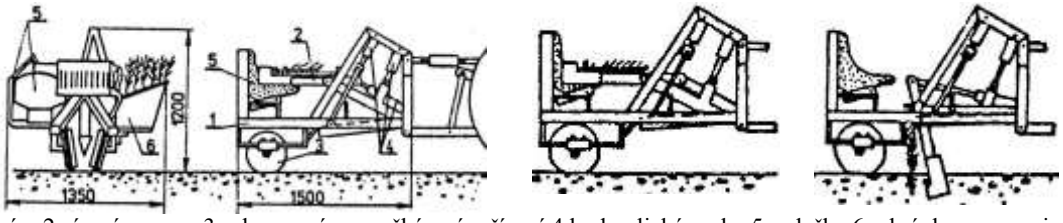


1 paralelogramatický rám, 2 půdní fréza, 3 sázecí radlice s krojidlem, 4 přítlačná kola, 5 zahrnováky

Obr. 10.47. Rýhový sázecí stroj RZS-2

Některé **zahraniční sázecí stroje** různých konstrukčních řešení byly ověřovány i v ČR (TTS-Planter, Finnforester, Mara, Egedal), ale širšího uplatnění doznal pouze rakouský Quickwood, který se stále vyrábí a v provozu používá. Sázecí stroj **Quickwood** je nesen na tříbodovém závěsu UKT, jeho sázecí ústrojí je tvořeno pohyblivým hydraulicky ovládaným ramenem, které vytváří v půdě přerušované rýhy a současně do nich vsazuje sazenice. Jednočlenná obsluha sedí na stroji v sedačce a vkládá sazenice do chapadla sázecího ramene. Pracovní hloubka výsadby je nastavena konstantně a nelze ji během sázení měnit. Proto bývají na plochách s proměnlivým mikroreliéfem sazenice vysázeny příliš hluboko či mělko. Utláčecí kola jsou pevně připevněna k rámu. Směnová výkonnost je 3500-5000 ks sazenic. Sázecí stroje podobné Quickwoodu jako převážně neseny na tříbodovém závěsu UKT a jsou proto použitelné na plochách v rovinatém terénu s úrovňovými pařezy nebo na plochách celoplošně připravených. Sázecí stroj Finnforester (Fin) je jednořádkový, opatřený půdní frézou pro pruhovou přípravu půdy, rýha je vytvářena sázecí radlicí. Vkládání sazenic do rýhy je ruční. Výkonnost 500-2500 ks sazenic za hodinu. Sázecí stroj TTS Planter (Fin) je jednořádkový, agregovatelný s půdní frézou pro pruhovou přípravu, rýha je tvořena diskem. Vkládání sazenic do rýhy je ruční. Výkonnost

je 800-2000 ks sazenic za hodinu. Sázecí stroj Mara (Fin) je dvouřádkový, s rozestupem řádků 160 cm a je agregovaný s hlubičem příkopů Kopo. Rýhy jsou vytvářeny sázecími radlicemi, vkládání sazenic do rýh je ruční. Výkonnost 1000 ks sazenic za hodinu. Sázecí stroj RPK-V (SRN) je jednořádkový, rýha je vytvářena sázecí radlicí. Kotoučové gumotextilní podávací ústrojí, dvoučlenná obsluha. Výkonnost 300-400 ks sazenic za hodinu. Sázecí stroj BN-2 (SRN) je vybaven sázecím ramenem a vysazuje do přerušované rýhy. Výkonnost 300-450 sazenic za hodinu. Sázecí stroj Königstein (SRN) je vybaven sázecí radlicí, je obdobou stroje RL2-019. Výkonnost 300-500 sazenic za hodinu. Sázecí stroj WT-2 (SRN) je vybaven sázecí radlicí a podávacím ústrojím s dvojicí pružných disků, vyšší sazenice lze vkládat do rýhy rukou obsluhy. Výkonnost 300-450 ks sazenic za hodinu. Sázecí stroj Pflanz-Rapid (SRN) je vybaven netradičním ústrojím pro hloubení štěrbin a jamek v půdě, tvořeným přetáčivým držákem tvaru kříže, na jehož koncích jsou výměnné nástroje (radličky nebo kruhové břity), což umožňuje výsadbu prosto- i krytokořenných sazenic. Další modifikace stroje je v tom, že výsadba může probíhat v jedné operaci s vytvářením jamek (obsluha sedí na stroji) nebo následně (obsluha kráčí za strojem). Výkonnost 400-600 ks sazenic za hodinu. Sázecí stroje MLU-1, SBN-1, LBN-1 (Rusko) jsou rýhové, opatřené kruhovým podávacím ústrojím s chapadly. Obsluha je zpravidla dvoučlenná, výkonnost 500-800 ks sazenic za hodinu.

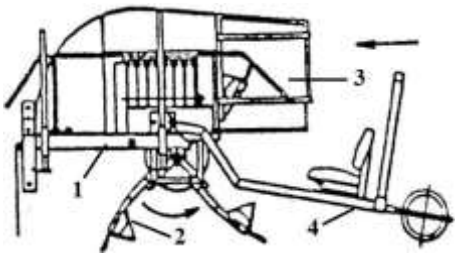


1rám 2 sázecí rameno 3 zahrnovací a umačkávací zařízení 4 hydraulické prvky 5 sedačka 6 schránka na sazenice

Obr. 10.48. Sázecí stroj Quickwood

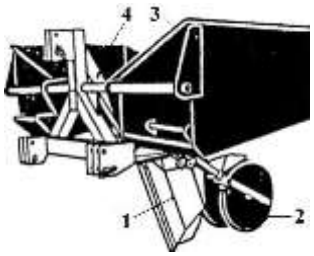
1 sázecí radlice 2 oddrnovací radlice 3 utláčecí kola 4 radlička 5 zásobník 6 sedačka 7 krojidlo kotoučové 8 střecha 9 závěs 10 stavěcí kola

Obr. 10.49. Sázecí stroj WT-2



1 rám 2 přetáčivý držák s nástroji pro hloubení otvorů pro kořeny 3 zásobník sazenic 4 odpojitelná sedačka a utláčecí kola

Obr. 10.50. Sázecí stroj Pflanz-Rapid

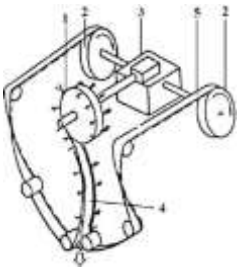


1 sázecí radlice 2 utláčecí kola 3 zásobník sazenic 4 sedačka

Obr. 10.51. Sázecí stroj HE 13/08

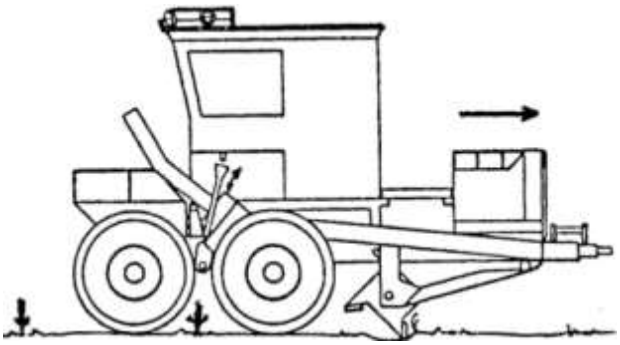
(pro velké sazenice – nad 80 cm)

Automatizované sázecí stroje jsou vyráběny a používány zejména ve Skandinávii pro výsadbu malých krytokořenných semenáčků. Hlavní částí je sázecí hlavice, která vytváří v půdě prostor pro kořenový bal semenáčku (štěrbinu nebo jamku), vkládá do něj semenáček, okolo kterého poté utuží půdu. Sázecí hlavice může též odstranit surový humus nebo buřeň ze sadebního místa, případně aplikovat strojené hnojivo nebo herbicid okolo zasazené rostliny. Semenáčky jsou vybírány z tuhých plastových pěstebních obalů samočinně, nebo jsou před započetím práce ručně adjustovány do zásobníku stroje. Dodávanými stroji jsou Hilleshög, Serlachius, Doro-Planter, Silva Nova ap. Výkonnost strojů činí 1000-2400 ks sazenic za hodinu. Ruční adjustaci sazenic do plastikových řetězů, pásů nebo kazet vyžadují i sázecí automaty pro výsadbu prostokořenných sazenic. Dodávanými stroji jsou RPK-S s páskovou adjustací sazenic (SRN), automatický podavač APA-1 ke stroji MLU-1 s řetězovou adjustací (Rusko) ap., výkonnost 900-2000 ks sazenic za hodinu. V ČR nejsou sázecí automaty používány.



1 svitek sazenic
2 cívky pro zpětné navíjení prázdných pásek
3 pohon zařízení
4 přenos sazenic páskami
5 páska

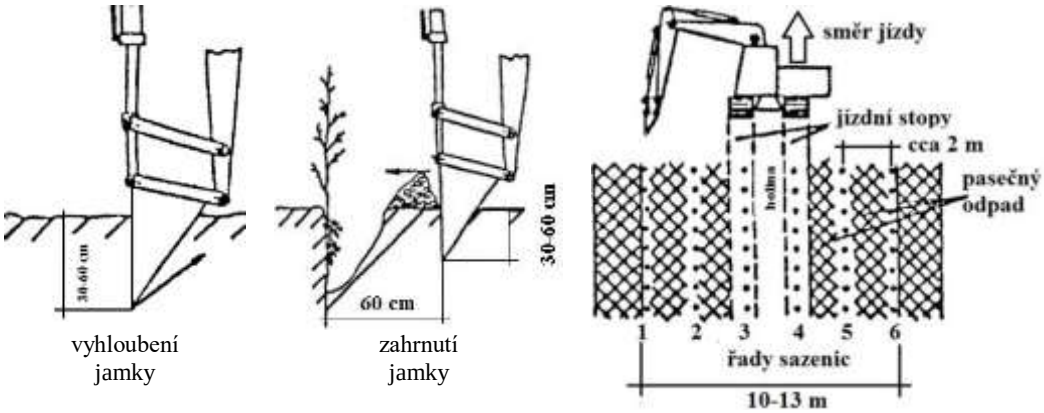
Obr. 10.52. Princip ústrojí pro automatizovanou výsadbu sazenic



Obr. 10.53. Automatický sázecí stroj Doro-Planter

Netradiční sázecí stroje s ruční obsluhou

Kromě sázecích strojů s tradiční koncepcí jsou sázecí stroje i s jiným konstrukčním uspořádáním. **Sázecí klín na výložníku rypadla** je jednoduchý adaptér v podobě zvláštně tvarované lopaty, pomocí kterého je umožněna výsadba silných sazenic do velikosti odrostků. Klínem se vyhloubí jamka, do které je ihned ručně vložen kořenový systém sazenice, který je následně klínem zahrnut. Způsob je vhodný do náročných stanovištních i terénních podmínek a byl použit nejprve na kalamitních plochách v SRN. V ČR byl úspěšně ověřen na kráčejícím rypad1e Schäff v Krušných horách. Hodinová výkonnost činí cca 120 ks sazenic.



vyhloubení jamky

zahrnutí jamky

Obr. 10.54. Sázecí klín na výložníku bagru na výsadbu sazenic

Sázecí adaptéry nesené na výložnících rypadel nebo i harvestorů jsou určeny pro výsadbu obalených sazenic pěstovaných v maloobjemových sadbovačích s objemem buněk do ca 0,3 litru. Příkladem je stroj Bracke P11a (Švédsko), který je tvořen hydraulicky ovládanou sázecí hlavicí umístěnou na konci výložníku rypadla (Obr. 10.55).

Adaptér Bracke P11a

Plnění karuselu sazenicemi

Obr. 10.55. Sázecí adaptér na výložníku bagru typ Bracke P11a

Hlavice pracuje obdobným způsobem, jako je popsáno u předchozí skupiny strojů (tj. princip sázecí roury Pottiputki). Součástí hlavice je revolverový zásobník tvořený soustavou kovových boxů, uspořádaných do podoby karuselu. Do kapes jsou ručně vloženy sazenice s kořenovými baly.

Synchronizovaným pohybem je pak hlavicí vždy vyhloubena jamka, z boxu do ní vypuštěna sazenice, která je následně v půdě mechanismem hlavice utlačena. Tento princip má výhodu možnosti individuální volby místa výsadby a to i v hůře prostupných terénech. Výkonnost hlavice je značná, pohybuje se okolo 300 kusů sazenic za hodinu.

Samochodné sázecí stroje, které vyhloubí způsobem obdobným ruční sázecí rouře Pottiputki jamku pro vložení kořenového balíčku obalených semenáčků a sazenic, jsou v několika modifikacích vyráběny ve Skandinávii, např. Plantman (Švédsko). Pohybuje se na čtyřkolovém samochodném podvozku (obdoba malotraktoru) a sázecí hlavicí vytváří jamky v půdě. Sazenice jsou při práci převáženy přímo na stroji, obsluhující pracovník pochází vedle stroje a zatlačováním hlavice nesené na pohyblivém nosném rameni vyhlubuje jamky, do kterých bezprostředně poté vkládá sazenice (prohozením rourou duté sázecí hlavice). Sazenice vložené do jamky přišlápnutím upevní v půdě. Pracovní rotační pohyb hlavice při zahlubování je hydraulickým pohonem. Stroje jsou použitelné do nenáročných stanovištních i terénních podmínek.

Sázecí stroje, skandinávské provenience, **pro výsadbu řízků**, mají dvě odlišná konstrukční řešení, podle toho, jakým způsobem je řízek zasazen. Jsou-li sázeny běžné řízky o délce 20-25 cm, používají se nesené či tažené sázecí stroje, na nichž sedící obsluha vkládá řízky do rýhy ručně. Druhý princip využívá sázení celého prutu, kdy je sázecí stroj nesen na tříbodovém hydraulickém závěsu traktoru (obsluhu tvoří řidič traktoru + dvě osoby), a na zadní plošině stojící obsluha vkládá celé pruty do sázecího zařízení. To vyhloubí otvor, posádka vloží prut do vodiče, prut je spuštěn na dno otvoru, okolí otvoru je zhutněno, a prut je těsně nad úrovní povrchu země odstřižen. Tento proces pak probíhá poloautomaticky, až do doby, kdy zbývá poslední třetina prutu. Tu obsluha vyjme a zahodí, a do vodiče vloží nový prut. Sázecí stroje na řízky se používají především při zakládání energetických lesů - lignikultur – vrbových porostů s krátkým obmýtím, max. do 5 let (obvykle 2 roky), označovaným jako minirotation, nebo very short rotation. (Pro delší obmýtí 5-10 let se používá termín midirotation, a pro plantáže s ještě delší dobou obmýtí 10-20 let termíny plantation, nebo Short Rotation Intensive Culture – SRIC). Pro energetické plantáže se používá více než 25 dřevin: vrba, topol, olše, akát, jasan, platan, borovice atd. Hustota výsadby řízků je vysoká, 5-80 000 ks/ha, tj. spon až 0,23x0,23 m nazývaný wood grass density. Vegetační období by mělo být nad 150 dnů. Při ručním řezání řízků se využívají spodní 2/3 prýtu, obě řezné plochy musí být kolmé na osu prutu, řez musí být hladký a bez poškození kůry. Horní řez se vede těsně pod pupenem, dolní bez ohledu na postavení pupenu. Protože tato pravidla nelze při poloautomatické výsadbě celých prýtů dodržet, má výsadba hotových řízků vyšší kvalitu. Pro vylepšování se řežou řízky dlouhé 50-60 cm a zapichují se do země jen do poloviční výšky. Vylepšuje se v roce výsadby, a vylepšování nelze mechanizovat.

Činitelé ovlivňující práci sázecích strojů

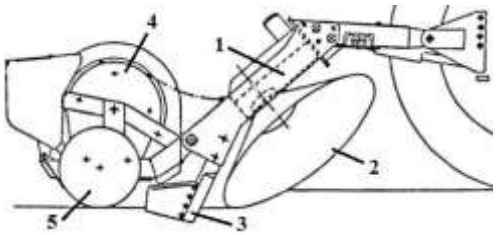
Pro úspěšnou práci sázecího stroje jsou vhodné plochy na nelesních půdách a pomístně či celoplošně připravené plochy na půdách lesních. Na lesních půdách s ponechanými pařezy (vyššími než 20 cm) je práce sázecího stroje obtížná. Takové plochy však v provozní praxi tvoří největší zastoupení z celkového zalesňování. Hlavními **faktory** ovlivňujícími činnosti sázecích strojů jsou:

- kvalita sadebního materiálu
- spon sazenic
- rychlost stroje
- zajištění plynulého přísunu sazenic
- délka brázdy stroje (neměla by klesnout pod 50 m),velikost a tvar plochy určené k zalesňování
- charakter terénu včetně mikroreliéfu (sklon terénu, výskyt balvanů, terénní zlomy)
- kvalita provedené přípravy pracovišť (vyklizení klestu, odstranění nevhodných nárostů, skupin stromků, výška pařezů).

10.3.2. Secí stroje pro obnovu lesa

Konstrukční řešení secích strojů pro obnovu lesa, zejména jejich výsevového ústrojí (nejčastěji válečkového nebo lžičkového), je obdobné školkařským secím strojům. Přímý výsev osiva se u nás při obnově lesa používá výjimečně, a to v oblastech luhů. Pro výsev semen dubů a ořešáku je určen **lžičkový secí stroj LSS-1** (VS Křtiny) agregovaný s talířovou půdní frézou TPF-1. Semena jsou

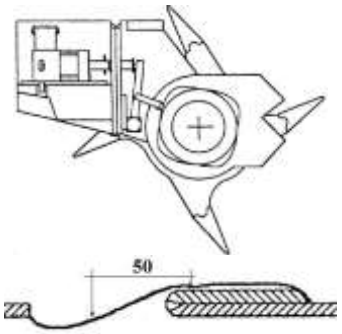
nabírána sklopnými lžičkami a krátkým semenovodem jsou ukládána do rýžky vytvořené secí botkou v připraveném pruhu půdy. Zahrnování semen a utužení půdy okolo nich je prováděno šikmými utláčecími koly, která jsou též zdrojem pohonu výsevového ústrojí. Rozteč semen je volitelná od 7,5 do 200 cm. Pracovní rychlost činí 2 km.h^{-1}.



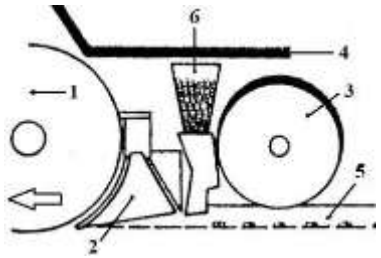
1 rám
2 fréza
3 secí radlička
4 lžičkové výsevové ústrojí
5 přitláčecí a zahrnovací kola

Obr. 10.56. Lžičkový secí stroj LSS-1

Ze zahraničních secích strojů lze uvést secí stroj Bräcke, který je příslušenstvím k přetáčivým ploškovačům. Je určen pro výsev drobného semene do 1-6 míst na plošky připravené půdy. Výsevové ústrojí je pneumatické, dvousekční provedení stroje má hodinovou výkonnost 0,5-2,0 ha. Pro výsev žaludů lze upravit sázecí stroj WT-2 (SRN) doplněním jednoduchého výsevového ústrojí, kterým lze žaludy vysévat do rýhy vytvářené sázecí radlicí.



Obr. 10.57. Přetáčivý ploškovač Bräcke s výsevovým ústrojím



1 krojidlo 2 sázecí radlice 3 utláčecí kola
4 sedačka 5 vyseté žaludy
6 výsevové ústrojí

Obr. 10.58. Úprava sázecího stroje WT-2 pro výsev žaludů

10.4. Technika pro výchovu mladých lesních porostů prořezávkami a vyvětvování porostů

10.4.1. Výchova porostů prořezávkami. Křovinořezy a jejich využití.

Výchova mladých porostů předprobírkového věku prořezávkami má značný význam pro dosažení žádoucí druhové a prostorové skladby porostu a odstranění netvárných, odumřelých a nemocných jedinců, s cílem vytvořit předpoklady pro zvýšení kvality dříví a stability porostu v jeho dalším vývoji. Z technologického hlediska jsou prořezávky odstraňováním stromových jedinců **kácením**, u nás jsou jen zřídka používány jiné způsoby (rozštěpkování stromků speciálními stroji, usmrcování stromků nastojato strangulačními řezy nebo chemicky). Produktem mohou být skácené stromky ponechané v celých délkách nebo rozřezané, stromky rozštěpkované a stojící usmrcené. Tento materiál může být ponechán v porostu k zetlení, nebo může být z porostu vyklízen a zužitkován. **Podle způsobu provedení** rozeznáváme výchovné zásahy selektivní, schematické (koridorové) a kombinované.

Selektivní způsob je klasickou a nejčastěji používanou metodou prořezávek, spočívající v odstraňování jednotlivých stromků. Má nejvyšší biologicko-pěstební hodnotu, neboť umožňuje optimální výběr stromků určených k odstranění, je ale náročný na pracnost a realizovatelný je především přenosnými stroji (motorovými pilami a křovinořezy) nebo ručním nářadím. Selektivně pracující prořezávkové stroje se nepoužívají.

Schématické výchovné zásahy se vyznačují likvidací stromků na ploše v pravidelných obrazcích (v pruzích, pásech, řadách), proti selektivním zásahům jsou produktivnější a umožňují použití přenosných i nesených strojů (drtičů nehroubí, sekaček). Jejich biologické parametry jsou však horší, neboť čistě geometrická výchova porostů vytváří předpoklady pro snížení produkce porostu. Proto se používají zejména v zemích, kde se provádí na značných výměrách (Kanada, USA, Rusko).

Kombinované výchovné zásahy částečně spojují výhody obou předchozích. Formou schematického zásahu je v plošně rozsáhlých prořezávkových porostech vytvořena zpřístupňovací síť, a ve vzniklých polích je poté provedena prořezávka selektivní.

selektivní zásah schématický zásah

Obr. 10.59. Použití křovinořezu v prořezávce

Prostředky používané při výchovných zásazích se rozlišují na:

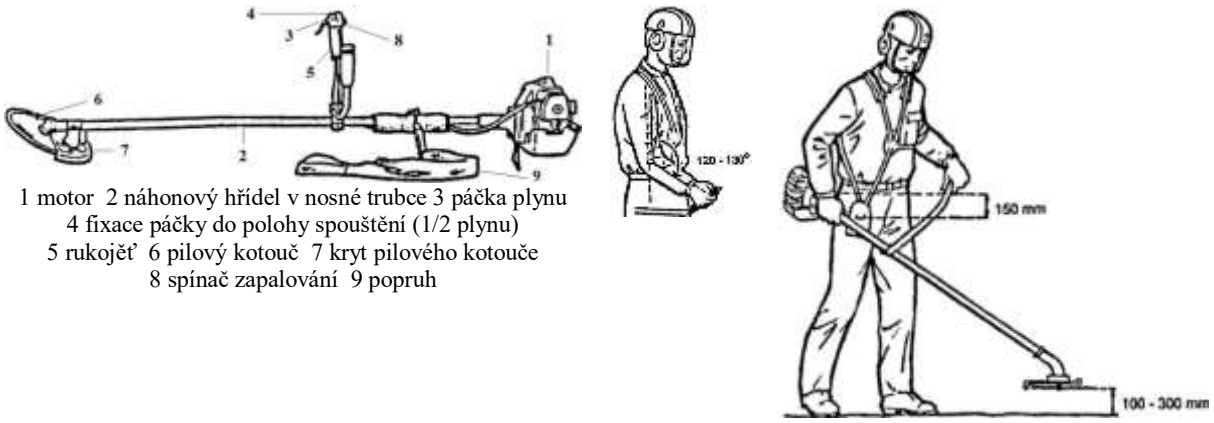
- ruční nářadí
- přenosné mechanizační prostředky
- přívěsné a nesené mechanizační prostředky
- speciální stroje.

Ruční nářadí pro prořezávky je vhodné pro nepříliš rozsáhlé a tenčí porosty. Nářadí výkonnostně srovnatelné s mechanizačními prostředky představují různě konstruované tahové nože na násadě, sekáčky, mačety a ruční pilky. Při jejich použití se zohledňuje tloušťka kmínku v místě řezu, která by u tahových nožů neměla být více než 2,5-3,5 cm; u sekáčků a mačet 2,5-4,5 cm. Zvláštním typem nářadí jsou **strangulační pily** tvořené ohebným víceřezným pilovým řetězem. Taháním za madla řetězu obepnutého okolo kmene dojde k prořínutí jeho povrchu a k přerušení vodivých pletiv (strangulační řez). Výkonnost je cca 1 strom za minutu. Strom po zásahu odumře, ale do doby rozpadu působí podpůrně na okolní stromy v porostu.

Z **přenosných mechanizačních prostředků pro prořezávky** se v současné době v ČR i zahraničí nejvíce používají motorové pily a křovinořezy. Vzhledem k dimenzím zpracovávaného materiálu a charakteru práce v prořezávkách je vhodné používat **motorové pily** nižších výkonových tříd s krátkou pilovou lištou - pily o hmotnosti do 7 kg, objemu motoru do 60 cm^3 a výkonu do 2,6 kW. Pro zlepšení hygienických podmínek pracovníka je ve Skandinávii vyráběn upínací rám **Rantapu**, svařenec z trubních profilů z lehkých kovů, ve kterém je pila upevněna rychloupínačem tak, že její lišta je při práci ve vodorovné poloze, a hrotová opěrka na spodní části rámu spočívá na zemi, a na ni se přenáší podstatná část hmotnosti pily (viz též Obr. 10.10). To umožňuje dělníkovi pracovat při kácení ve vzpřímené poloze těla. Upevnění pily v rámu nezabraňuje příčnému rozřezávání pokácených stromků.

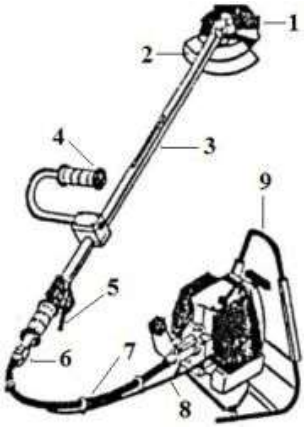
Křovinořezy jsou přenosné stroje používané pro více účelů, jako je vyžínání bylinné vegetace, odstraňování nežádoucích nárostů bylinného i keřového charakteru a kácení stromů. **Křovinořez sestává** ze tří hlavních konstrukčních skupin: motorové části, hnací a převodové části, a pracovních orgánů. Zdrojem pohonu je dvoudobý benzinový jednoválcový motor chlazený vzduchem (novinkou je čtyřdobý jednoválcový motor japonské firmy Ryobi), opatřený membránovým bezplovákovým karburátorem umožňujícím jeho práci ve všech polohách. Součástí motorové části je i palivová nádrž a startovací zařízení. Existují i křovinořezy poháněné elektrickým proudem ze sítě nebo akumulátorů. Motor je spojen odstředivou spojkou s náhonovou hřídelí uloženou v ochranné nosné rouře. U profesionálních křovinořezů je hřídel přímá, některé hobby křovinořezy, určené pro vyžínání měkkých rostlin strunovou hlavicí, mají spodní část hřídele zahnutou. Hřídel je zaústěna do úhlového převodu s upínací hlavicí pro pracovní orgány. Křovinořezy tvoří nejčastěji jeden tuhý celek, který je při práci nesen na boku pracovníka, zavěšený na popruzích a přidržovaný a usměrňovaný rukojeťmi připevněnými na ochranné rouře. Křovinořez musí být na popruzích zavěšen tak, aby směr tahu vlivem hmotnosti stroje procházel uprostřed mezi ramenními popruhy opatřenými pojistkou, která musí být rovnoměrně zatížena. Popruhy musí být seřízeny tak, aby trubka s hřídelem křovinořezu dosahovala cca 150 mm pod kyčelní kloub pracovníka, a jeho loket má svírat úhel mezi 120–130°. U

nových typů křovinořezů jsou rukojeti stavitelné, a jsou na nich základní ovládací prvky - páčka plynu a spínač zapalování. Některé typy mají motorovou část spojenu s ochrannou rourou ohebnou hřídelí (bowdenem), motor je nesen na zádech pracovníka a roura držena za rukojeti. Pracovní otáčky řezných orgánů křovinořezu činí 8000-9000 min^{-1}.



1 motor 2 náhonový hřídel v nosné trubce 3 páčka plynu
4 fixace páčky do polohy spouštění (1/2 plynu)
5 rukojeť 6 pilový kotouč 7 kryt pilového kotouče
8 spínač zapalování 9 popruh

Obr. 10.60. Bočně nesený křovinořez a jeho správné držení



1 pilový kotouč
2 kryt pilového kotouče
3 náhonový hřídel v nosné trubce
4 rukojeť
5 páčka plynu
6 připojení ohebného hřídele
7 ohebný hřídel
8 lanko plynu a vodiče spínače zapalování
9 nosná konstrukce

Obr. 10.61. Zádový křovinořez

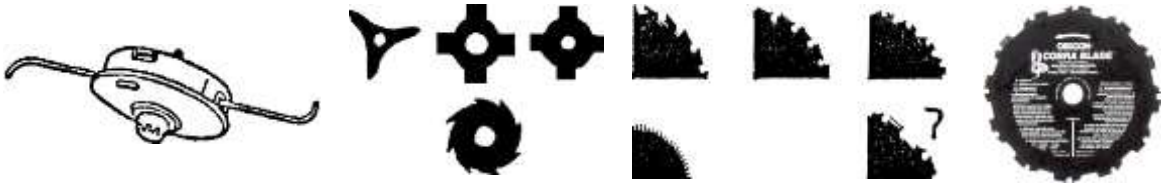
strunová hlava na měkkou vegetaci
řezný nástroj na zdřevnatělou vegetaci
pilový kotouč pro kácení stromků

Obr. 10.62. Typy řezných orgánů a jejich použití

Pracovní nástroje křovinořezů se zařazují do čtyř skupin:

- řezné nástroje na měkkou bylinnou vegetaci (strunové vyžínací hlavy, plastikové řezné orgány, kovové nože 2, 3, 4 a 8břité)
- řezné nástroje na zdřevnatělou vegetaci a nárosty do tloušťky 15 mm
- řezné orgány (pilové kotouče) pro kácení stromů do tloušťky 100 mm na pařezu, optimální využití je v porostech s průměrnou tloušťkou stromků v místě řezu do 50 mm, neboť u tlustších stromků řeznost křovinořezu klesá
- jiné pracovní nástroje (aplikátory herbicidů, adaptéry pro přípravu půdy, vyvětvování, apod.).

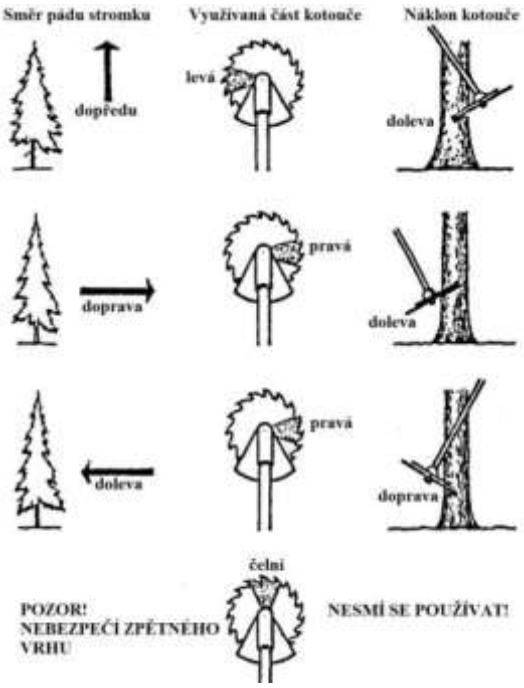
Pilové kotouče křovinořezů jsou opatřeny jedním ze tří druhů ozubení: trojúhelníkové asymetrické, vlčí s omezovači nebo bez omezovačů, a hoblovací zuby. Kotouče s **trojúhelníkovým ozubením**, s až 80 zuby po obvodu, mají nižší řeznost a vyšší kvalitu řezu. Jsou vhodné především do parků a zahrad. Není možno je brousit přímo v terénu. Kotouče s **vlčím ozubením** mají vysokou řeznost a nižší počet zubů. Je možno je ostřit pilníkem v terénu. Nejnovější jsou kotouče s **hoblovacími zuby** (Cobra Blade s 12 zuby) tvarovanými podobně jako u pilových řetězů. Tyto kotouče nevyžadují na rozdíl od obou předchozích skupin rozvádět zuby. Jen tyto kotouče s hoblovacími zuby je možné použít při sklizni vrbových prutů a holí, i při seřezávání vrbových matečnic, protože vytvářejí hladký řez bez trhání kůry. Při kácení je třeba zohledňovat **průměr kotouče**: pro kácení stromků do tloušťky 30 mm jsou vhodné kotouče s průměrem 200 mm, pro tlustší stromky jsou vhodné kotouče s průměrem min. 225 mm, které je však možno použít jen na křovinořezech s objemem motoru nad 35 cm^3.



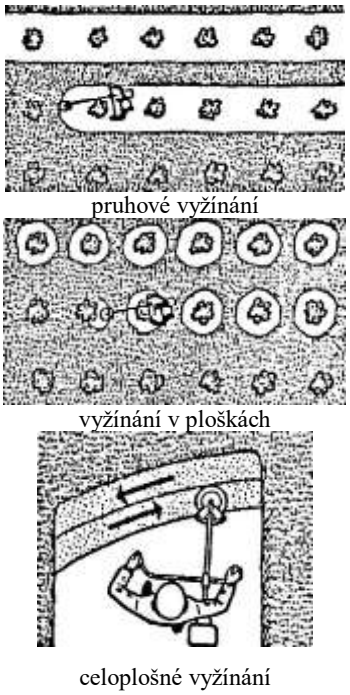
struna nástroje na měkkou buřeň pilové kotouče kotouč Cobra Blade

Obr. 10.63. Pracovní nástroje křovinořezů

Způsob práce s křovinořezem při kácení závisí zejména na tloušťce stromků v místě řezu. Při řezání se mohou využívat různé části obvodu kotouče podle toho, na kterou stranu má být usměrněn pád stromku. Stromky do 60 mm se nazývají jednořezové, a jsou přeřezávány jedním řezem vedeným ze strany kmene. Pro **usměrňování pádu stromku** směrem kupředu se využívá levá část nabíhajícího pilového kotouče. Náklonem kotouče doleva se kmínek stahuje dozadu a strom korunou padá dopředu. Při kácení směrem doprava se řeže pravou částí kotouče nakloněného opět doleva. Při kácení směrem doleva se řeže pravou částí kotouče a křovinořez je nakloněn doprava. **S čelní částí kotouče se nesmí nikdy pracovat**. Vzniká nebezpečí jevu obdobnému zpětnému vrhu motorové pily! Stromky nad 60 mm se křovinořezem kácí dvěma řezy, přičemž první řez plní funkci směrového záseku, druhý řez je obdobou řezu hlavního. Optimální výška řezu stromku káceného křovinořezem je mezi 100-300 mm nad terénem. Při práci musí motor křovinořezu pracovat v maximálních otáčkách. Při schematickém zásahu v nárostech (slabé stromky v přehoustlých porostech) je vhodné pracovat s křovinořezem kyvadlovým pohybem. V mlazinách vzniklých z kultur je relativně nízkou hustotou porostu usnadněn selektivní zásah křovinořezem. I zde je však nutno postupovat po ploše usměrněně a zpracovávat plochu v pásech. Možné je i zde nasazení křovinořezu při pruhových nebo řadových schematických výchovných zásazích.



Obr. 10.64. Směrové kácení stromků křovinořezem



pruhové vyžínání

vyžínání v ploškách

celoplošné vyžínání

Obr. 10.65. Vyžínání křovinořezem

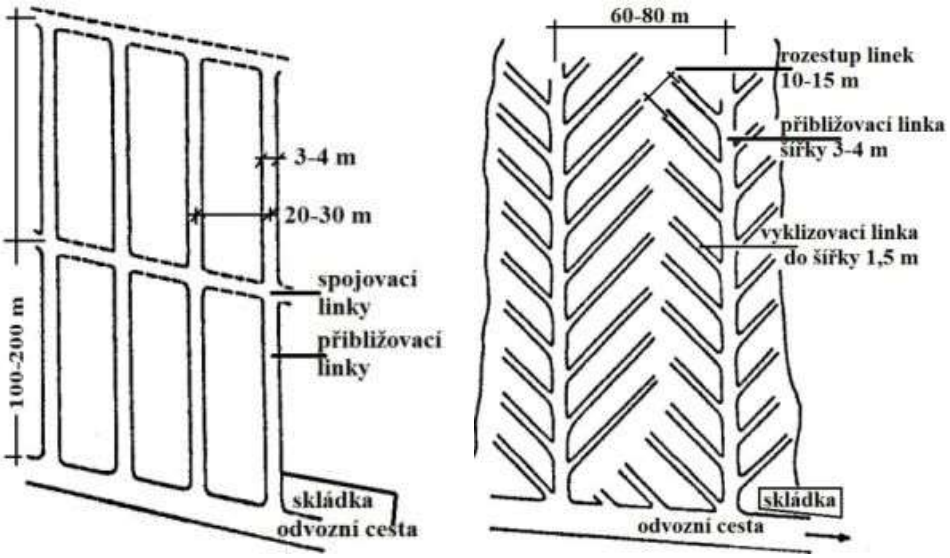
Speciální prořezávkové stroje, jejichž použitím se má dosáhnout vysoké výkonnosti, provádění výchovných zásahů všemi způsoby (i selektivně) a prvotního zpracování stromků (rozštěpkováním), jsou v současnosti u nás i v zahraničí ve stadiu výzkumu a vývoje.

10.4.2. Zpřístupňování a rozčleňování mladých lesních porostů

V prořezávkách má zpřístupňování porostů význam zejména pro rozčlenění porostů do pracovních polí, představujících základní plošnou operační jednotku. Konkrétní podoba zpřístupňovací sítě je odvislá od velikosti porostu, způsobu využití získaného materiálu (bude-li z porostu vyklizován, či budou pokácené stromky ponechány na místě) a dalších faktorů (konfigurace terénu, uspořádání cestní

sítě, použité mechanizační prostředky). Vlastnosti realizační technologie se promítají do nároku na tvar, velikost, uspořádání a dopravní zpřístupnění pracovních polí, a do vedení rozčleňovacích linií, jejich šířky, délky, rozestupů a technického provedení. Způsoby zpřístupňování prořezávkových porostů musí též zohledňovat požadavky pěstění a hospodářské úpravy lesů. Tvorba zpřístupňovací sítě je do značné míry analogická vytváření zpřístupňovací sítě v dalším stádiu výchovy porostu - v probírkách, zejména tehdy, je-li žádoucí budování podrobné sítě (při soustřeďování vytěženého dříví z prořezávky). Doporučuje se začínat se zpřístupňováním již ve stádiu mlazin, a to diferencovaně podle parametrů kultury. Vyloučí se tak riziko snížení odolnosti proti abiotickým činitelům při zpřístupňování ve starších stadiích porostu, a odpadne neúčelná výchovná péče při prořezávkách stromů stojících na potenciální lince. Pro prokácení sítě lze použít výše uvedených přenosných nebo nesených strojů. Podle Švendy (1974, in Černý, 1983) lze pro zpřístupnění mladých porostů použít dva základní systémy:

- **hustou síť přibližovacích linek** vedených ve vzdálenosti 20-30 m od sebe. Nevýhodou je šablonovitá likvidace části porostu (až 12 % zásoby porostu) a jeho vyšší vystavení působení abiotických činitelů.
- **vyklizovací a přibližovací linky** mající základní síť přibližovacích linek s rozestupem 60-80 m, a pracovní pole jsou zpřístupněna vyklizovacími linkami o rozestupu 10-15 m. Šířka vyklizovacích linek je cca 1,5 m, narušují porost jen málo a přitom umožňují ruční vyklízení vytěženého materiálu nebo i práci metodou sběrného lana navijáku.



hustá síť přibližovacích linek síť přibližovacích a vyklizovacích linek

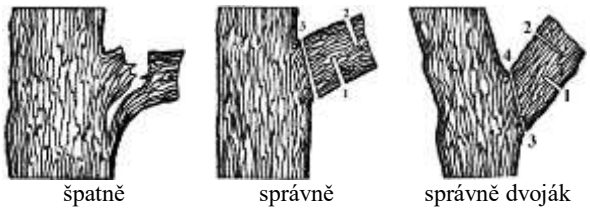
Obr. 10.66. Způsoby zpřístupnění prořezávkových porostů

10.4.3. Technika pro vyvětvování porostů

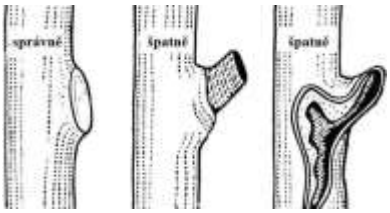
Vyvětvování v předmýtních porostech je pěstební opatření pro dosažení vyššího podílu cenných sortimentů a zvýšení hodnotové produkce, ale může být prováděno i z důvodů jiných (získání ozdobného klestu, zlepšení průjezdného profilu komunikace). Vyššího podílu cenných, bezsukých sortimentů se dosáhne tím, že časným odstraněním větve v úrovni povrchu kmene se vytvoří podmínky pro zavalení suku, a vytvoření bezsuké vrstvy dřeva v dalším období růstu stromu. Vyvětvování se vyplácí jen na dobrých stanovištích, v porostech ohrožovaných větrem a sněhem je vkládání finančních prostředků do vyvětvování riskantní, a v porostech napadených hnilobou neúčelné. V oblastech ohrožených loupáním jelení zvěří je nutné vyvětvené stromy chránit před loupáním. Největší přínos má vyvětvování u relativně rychle rostoucích dřevin (douglasky, borovice, smrku), u kterých je v mýtním věku vrstva bezsukého dříví tlustá. Provozní nezbytností je vyvětvování v topolových plantážích a porostech ořešáku černého.

Pro vyvětvování se vybírá **200-300 stromů na 1 ha**, v období, kdy jejich **výčetní tloušťka** dosahuje

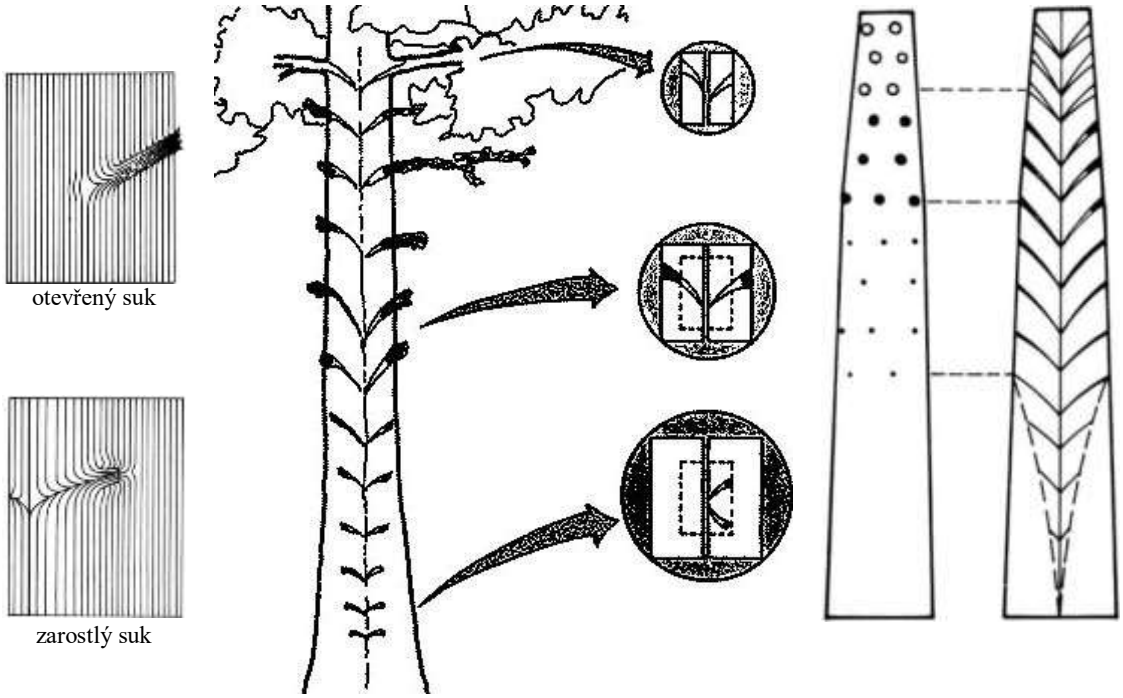
12-15 cm, aby **cílová výčetní tloušťka** byla nejméně **trojnásobkem výčetní tloušťky z počátku** vyvětvování. Ideálně by mělo být vyvětvování započato **při tloušťce větví do 2 cm**, aby se řez rychle zavalil. Riziko vzniku nezdravých suků je tak vysoké, že pokud se promeškáideální doba, je vhodnější tlusté větve již neodstraňovat. Pokud se tlusté větve odstraňují (spíše v arboristice než v lesnictví), neodřezávají se jedním řezem, ale třemi až čtyřmi. Nejprve se v určité vzdálenosti od kmene vede spodní řez, až do okamžiku svírání pily, a poté se větev dořízne shora. Zbylý pahýl se pak odřízne načisto. U velmi tlustých větví a dvojáků se používají čtyři řezy, protože i začištění pahýlu musí být provedeno kombinací spodního a horního řezu. Vyvětvené stromy je třeba označit, a značení obnovovat při každém dalším vyvětvování. Řez musí být čistý, hladký, těsně u kmene, pahýly po větvích se nesmějí ponechat. Výška vyvětvování je obvykle do 8-10 m. Výsledky výzkumu (Keller, Pfäffi, 1987) dokumentují, že vyvětvení až třetiny zelené koruny, pokud je ponecháno alespoň pět nejvyšších přeslenů, nemá za následek žádné ztráty na přírůstu. Výron pryskyřice nemusí znepokojovat, protože během krátké doby ustane, a film z pryskyřice omezí nebezpečí vniknutí bakterií a hub do rány. Podle zkušeností z Rakouska, Švýcarska a Německa může vyvětvování zvýšit podíl středového řeziva až na 39 % ve srovnání s průměrně dosahovanými 14 % u kulatiny z nevyvětvovaných porostů. Vyvětvování rozlišujeme na nízké (do 3 m), střední (do 6 m), a vysoké (10 – 20 m). **Vyvětvování** lze realizovat **ručním nářadím**, **motomanuálními stroji** a **strojově**.



Obr. 10.67. Odřezávání tlustých větví



Obr. 10.68. Výsledek vyvětvování



rozložení zarostlých a otevřených suků na kmeni a kulatině

Obr. 10.69. Efekt vyvětvování

Ruční nářadí pro vyvětvování jsou pily rámové, ocasky, nebo speciálně zdvojené do tvaru V, s vnitřním ozubením (žraločí čelist). Vyrábějí se i ruční nůžky a kotoučové nože. Nástroje pro vyvětvování jsou umístěny na několik metrů dlouhé (i teleskopické) násadě, umožňující odřezávání větví ve výšce. Vyvětvovací pily mají jemné ostří (pro hladký řez) a pracuje se s nimi jako s pilou na krátké násadě. Zdvojená vyvětvovací pila se nasadí nad odřezávanou větev a krátkým tahem se větev odřízne. Mimo práce ze země, je možné vyvětvování se žebříků a výsuvných plošin.

Motomanuální stroje jsou konstruovány jako pneumatické nebo hydraulické nůžky; řetězové, přímočaré nebo okružní pily upevněné na teleskopické tyči; řetězové pily šplhací a nožové šplhací vyvětvovače. **Pneumatické nůžky** (Campagnola, Niko, Fischer) jsou umístěny na teleskopické tyči dlouhé až 4 m, tloušťka odstřihovaných větví je max. 55 mm. Zdrojem tlakového vzduchu je kompresor vyvíjející tlak 0,8-1,5 MPa, přepravovaný zpravidla tzv. železným koněm.

Vyvětvovací řetězové pily jsou umístěny na teleskopické trubce dlouhé až 6 m, délka lišty je 200-300 mm, a poháněny jsou

- **pneumaticky** (Campagnola SC, Fischer RS 181) samostatným kompresorem čerpajícím min. 550 $l.min^{-1}$ při tlaku až 1,5 MPa,
- **hydraulicky** (Husqvarna Highcutter PS 50) hydroagregátem zavěšeným na opasku pracovníka, tlak oleje je 13 Mpa při průtoku 8-13 $l.min^{-1}$,
- **mechanicky** (Oregon Power Pruner) prostřednictvím náhonové hřídele motorem obdobně jako u křovinořezů, a tvořícím jeden celek s trubkou, jejíž délka je 3,3 m.

Okružní pily jsou umístěny na teleskopické trubce a poháněny jsou mechanicky nebo pneumaticky (Campagnola, Oregon). Používají se méně často, jsou pro lesní porosty méně vhodné.

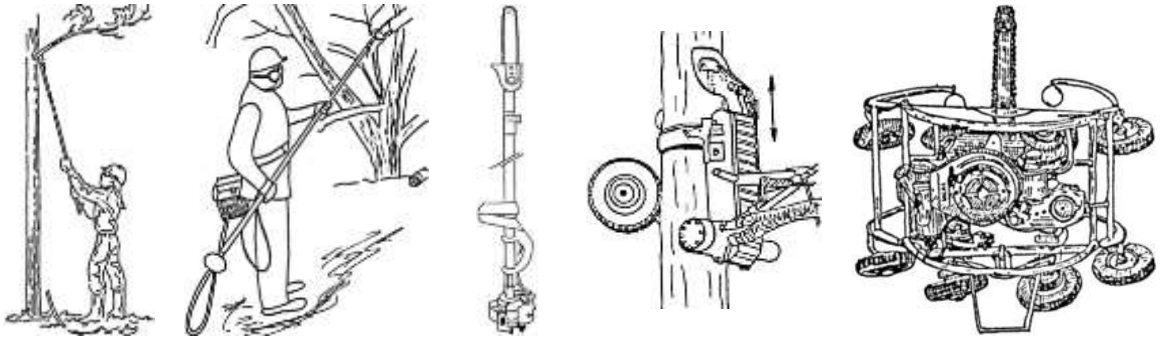
Přímočaré pily jsou umístěny na teleskopické trubce, jejich pohyb při práci je kmitavý přímočarý, pohon je mechanický dvoudobým motorem tvořícím jeden celek s trubkou (Sopedra).

Řetězové pily šplhací, z nichž nejznámější je KS-31 (SRN), sestávající z trubkového rámu s odklopnými rameny, na kterém jsou upevněna 4 hnací a 4 vodící pneumatiková kola. Řezací část tvoří řetězová lišta. Pila je poháněna dvoudobým motorem s výkonem 2,1 kW. Při práci se pila nasadí na kmen, po kterém pak spirálovým pohybem postupuje do nastavené výšky, přitom jsou odřezávány větve stromu. Stroj je určen k odřezávání větví na stojících jehličnatých stromech v rozsahu výčetního tloušťky 100-310 mm. Výška výstupu je nastavitelná maximálně do 16 m, u inovované pily do 26 m. Tloušťka odřezávaných větví je 50 mm. Výkonnost stroje v porovnání s ruční prací je asi trojnásobná až čtyřnásobná (tj. cca 5 min. na 1 strom včetně přecházení). Příslušenstvím pily je hliníková tyč pro uvolnění pily, pokud dojde k sevření řetězu.

Nožový šplhací vyvětvovač Baumhexe (SRN) je strojem pro vyvětvování jehličnatých stromů s kmenem o tloušťce 8-27 cm a tloušťkou větví do 4 cm. Je tvořen rámem, na kterém jsou upevněny tři odvětvovací nože a pásové trakční ústrojí. Nože jsou tvarovány do oblouku a kopírují povrch kmene. Stroj je poháněn hydraulickým olejem buď z vnějšího okruhu UKT nebo ze speciálního samohybného hydraulického zdrojového soustrojí MultiMax. Olej je do stroje přiváděn dvojicí hydraulických hadic dlouhých 25 m. Rychlost pohybu stroje po kmeni při práci je 3 $m.s^{-1}$.

Přípravek na lištu motorové pily Priester (SRN) ve tvaru řídkého hřebene upevněného po obou stranách pilové lišty má prsty přesahující hoblovací zuby řetězu. Přípravek zamezuje nežádoucí poškození kůry kmene pilovým řetězem a zvyšuje i bezpečnost práce neboť zachycuje síly vzniklé při styku řetězu s přeřezávanými větvemi. Z bezpečnostních důvodů lze motorovou pilu použít pro vyvětvování pouze do výšky kmene odpovídající prsní výšce pracovníka!

Stroje pro kontinuální tvarování korun stromů (např. ve stromořadích) jsou nejčastěji představovány několika kotoučovými pilami v řadě, poháněnými hydraulicky, a umístěnými buď na výložníku nakladače, nebo na hydraulickém manipulátoru na nákladním automobilu, či na autotrakoru Unimog. Představitelem těchto stojů je ořezávač větví Spearhead, používaný pro prosvětlování stromořadí u komunikací. Pro vyvětvování lesních dřevin jsou pochopitelně nepoužitelné.



ruční vyvětvovací pila | Husqvarna Highcuter PS 50 | Oregon Power Prunner | šplhací hydraulický vyvětvovač Baumhexe | šplhací pila KS 31

Obr. 10.70. Technika pro vyvětvování stromů

Dřevina	Výška vyvětvování			
	I. 0-3 m	II. 2,5-5 m	I. + II. v jedné operaci I. + II.	III.
Ruční nářadí				
Borovice	2,3-3,9	2,1-4,7	3,2-5,9	
Smrk	2,8-4,4	2,7-5,1	4,6-6,4	
Modřín	1,8-3,3	2,3-4,5	3,2-6,0	
Douglaska	3,5-5,5	2,8-6,7	7,1-15,2	
Pneumatické nůžky				
Douglaska	3,6-5,6	4,5-7,4	7,3-13,9	
Šplhací pila KS-31				
Douglaska	výška vyvětvování do 8 m			7-9
Douglaska	výška vyvětvování do 10 m			8-11
Douglaska	výška vyvětvování do 12 m			9-13

Spotřeba času v min/strom

Tab. 10.2. Spotřeba času na vyvětvování

Vyvětvování korun stromů v lesních porostech, je-li kvalitně a včas provedeno, je pěstebním zásahem přinášejícím velmi pozitivní dopad na kvalitu dříví, jež z takto opatřených porostů bude získáno. Vyvětvování je dobrým vkladem pro budoucno, ovšem problémem je samozřejmě značný časový odstup jeho přínosů od doby, kdy je vlastní vyvětvovací zásah realizován a kdy jsou na něj vynakládány příslušné náklady. Ekonomická náročnost vyvětvování vyplývá zejména z poměrně vysoké pracnosti této operace – viz Tab. 10.2. Tak, jako při obnově lesa, vyvětvování přinese zpravidla efekt až nástupci toho, kdo samotné vyvětvování realizoval, resp. financoval. Proto je jeho realizace znakem odpovědného lesního hospodáře, pamatujícího na budoucnost.

11. DRUHOVÁNÍ, MĚŘENÍ A PRODEJ DŘÍVÍ

Na možnosti zpracování konkrétního výřezu dříví má rozhodující vliv **dřevina** (v obchodní praxi se dříví dělí na jehličnaté, listnaté měkké a listnaté tvrdé), **rozměry** (tloušťka a délka), **tvar** (výřez, poleno, kuláček, štěpina) a **jakost** (posuzovaná podle ukazatelů jakosti a výskytu a rozsahu vad dříví). Při druhování se postupně ověřuje možnost vydruhovat sortimenty dříví v sestupném pořadí od nejcennějších a nejžádanějších, k nejméně kvalitním a nejméně žádaným. Výsledkem **druhování** (**manipulace**) kmene (jeho rozdělení příčnými řezy, případně i podélným štípáním) jsou sortimenty - výřezy odpovídající dřevinou, rozměry a jakostí ustanovením norem nebo obchodních dohod. Pro **druhování dříví** - zařazování dříví do sortimentů, existuje více kritérií, podle kterých byly pro vnitrostátní potřebu sestaveny české státní normy ČSN a oborové normy ON zabývající se lesnictvím. (V obou případech začíná číselný kód norem dvojčíslím 48). V současné době se obchod dřívím řídí mezinárodními normami, předpisy a především obchodními zvyklostmi a ujednáními. Normy kategorie ČSN ztratily závaznost (normy kategorie ON i platnost), a na významu nabyla individuální ujednání. Komplexním dokumentem, který lze v současnosti v ČR pro druhování a měření dříví využít jsou **Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR**, vydaná Ministerstvem zemědělství ČR v roce 2008. Význam pozbylo zejména normativní stanovení minimálních rozměrů dříví, protože ty se mění v závislosti na technologii zpracování a okamžité nabídce a poptávce. Rozhodujícím kritériem nadále zůstává **technologická jakost dříví**, tj. jeho použitelnost pro určitou skupinu výrobků ze dřeva.

Druhování dříví se uskutečňuje jednorázově, jako **druhování a třídění úplné**, kdy je výsledkem obchodovatelný sortiment, nebo se může realizovat v prostorově a časově oddělených etapách, kdy jsou sortimenty vydruhovány postupně. V tom případě se na jednotlivých lokalitách provádí **druhování neúplné.** Např. na OM jen druhování na kulatinu a surové kmeny, které jsou na skladě dále druhovány na vlákninové dříví, palivo, důlní dříví atd. Jako limitující znak se (po dřevině) nejdříve ověřuje **čepová tloušťka**. Pokud vyhovuje, zkoumá se **minimální délka**. Pokud oba rozměry vyhovují normě (dohodě), zkoumají se **jakostní ukazatele**, a to obvykle v pořadí: hniloba patrná na čelech výřezů, křivost kmene, suky, trhliny a ostatní vady. Rozsah jednotlivých vad lze omezit zkrácením kmene příčným řezem v místě největšího rozsahu vady (u křivosti), u vlákninového dříví lze vadu (hnilobu) vyloučit i štípáním. Posuzování vad předchází posouzení zvláštních znaků, vrstvy rezonančního dřeva, spících pupenů, kořenice.

11.1. Základní termíny

Běl je nejmladší vrstva dřeva vnější obvodové části kmene, tvořená v rostoucím stromu živými buňkami. Dřevo běli je zpravidla méně trvanlivé a od jádra se odlišuje světlejší barvou.

Čelo výřezu je řezná plocha kolmá na podélnou osu kmene. **Dolní čelo** je plocha na tlustším konci, **horní čelo** (nazývané **čep**) je na tenčím konci výřezu.

Čerstvé dříví je takové, které nevyschlo na bod nasycení vláken, nebo pod něj (u různých dřevin v rozmezí 23-35 % r. v.). **Bod nasycení vláken** je stav, kdy buňky jsou zcela nasyceny vodou, ale mezibuněčné dutiny žádnou vodu neobsahují. Při ztrátě vlhkosti pod bod nasycení ztrácí dřevo na objemu, smršťuje se a mění tvar. **Staré dříví** je takové, které vyschlo na bod nasycení vláken, nebo pod něj. V lesnické praxi se za dříví čerstvé považuje jehličnaté dříví do 2 měsíců po skácení v létě, a až do 5 měsíců v zimě; listnaté dříví do 3 týdnů až 2 měsíců po těžbě v létě a až 5 měsíců v zimě. Při prodeji dříví se obvykle skutečná vlhkost dříví nezjišťuje, a za staré dříví se považuje dříví se zaschlým lýkem (což může být u kalamitního dříví a souší i okamžitě po těžbě).

Dlouhé dříví je dříví dopravované v celých délkách, nebo zkrácené na transportní délky, tj. na maximální délky přípustné silničním zákonem.

Dřeň je trubice z nezdřevnatělých buněk, procházející středem kmene od kořene až po vrchol.

Dřevo je z botanického hlediska soubor buněčných pletiv vznikajících činností kambia ve kmenech, větvích a kořenech dřevin; ale obecně se termín dřevo používá pro označení suroviny. **Dříví** je hromadný název pro sortimenty dříví vzniklé druhováním kmenů (větví, pařezů i kořenů) pokácených stromů, které jsou předmětem obchodu.

Hroubí je dříví s čepovou tloušťkou (tloušťkou horního čela) 7 cm s k. (s kůrou) a více.

Jádro je dřevo vnitřní části kmene, obsahující již v rostoucím stromu odumřelé buňky. Zpravidla je trvanlivější a tmavěji zbarvené než běl.

Krychlicí tabulky slouží ke zjištění objemu dlouhého dříví na základě jmenovité délky a středové (čepové) tloušťky výřezu bez kůry. Všechny používané tabulky musí vycházet z tabulek československých státních norem: ČSN 48 0007 Tabulky objemu kulatiny podle středové tloušťky, ČSN 48 0008 Tabulky objemu výřezů podle čepové tloušťky, ČSN 48 0009 Tabulky objemu kulatiny bez kůry, podle středové tloušťky měřené v kůře.

Kuláč je podélně nedělený výřez surového dříví standardní délky (1 m nebo 2 m), na tenkém konci (čepu) tlustší než 7 cm s kůrou (6 cm bez kůry).

Kuláček je podélně nedělený výřez surového dříví standardní délky (1 m nebo 2 m), mající na tlustém konci (čele) tloušťku nejvíce 7 cm s kůrou (6 cm bez kůry).

Nehroubí je dříví s tloušťkou čela (tloušťkou spodního čela) maximálně 7 cm s k. (s kůrou).

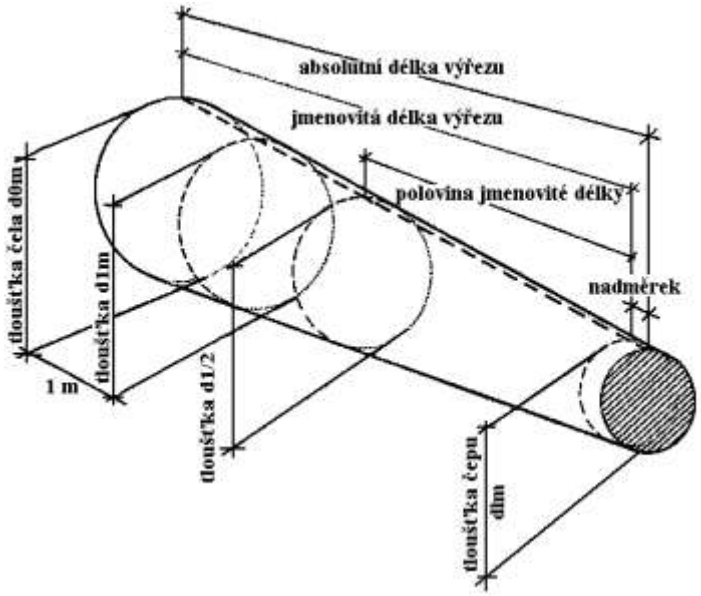
Oddenek je část kmene nejbližší pařezu, jejíž součástí může být kořenový náběh.

Ploština je rozmítnutý důlní výřez.

Poleno je výřez standardní délky (1 m nebo 2 m), dimenzemi odpovídající kuláči či kuláčku.

Rovnané sortimenty jsou krátké výřezy stejných délek uložené v měřitelných hráních, jejichž objem je evidován v prostorových metrech (prm).

Rozměry výřezu jsou dány jeho tloušťkou a délkou. Na každém výřezu můžeme měřit **tloušťku čepovou** d_{lm} (na tenkém konci výřezu), **tloušťku středovou** $d_{1/2}$ (uprostřed jmenovité délky), **tloušťku čela** d_{0m} (na tlustém konci) a **tloušťku výřezu ve vzdálenosti 1 m od čela** d_{1m}.



Obr. 11.1. Rozměry výřezu

Sbíhavost – kulatina je sbíhavá, když průměr se zmenšuje na každý 1m délky kmene o více než 1 cm; u oddenkových kmenů se nepřihlíží ke kořenovým náběhům.

Sortiment dříví je výřez, odpovídající dřevinou, rozměry, tvarem a jakostí ustanovení normy, obchodní uzanci, nebo požadavkům odběratele uvedeným v objednávce.

Souše je kulatina, která uschla již jako stojící strom.

Srážka na kůru se uplatňuje při měření tloušťky s kůrou pro zjištění tloušťky bez kůry. Liší se podle dřevin a tloušťky výřezu.

Stoupání rozměrů je normou či uzancí stanovený interval stoupání tloušťky a délky sortimentů surového dříví. Tloušťky výřezů stoupají po 0,01 m (bez kůry) a délky podle vzájemné dohody (v závislosti na technologii zpracování) po 1,0 m, 0,25 m, 0,50 ale i 0,10 m. U kulatinových výřezů bývá obvyklý požadavek odběratele na **násobky délek** základní délky, např. výřezy 4 m a násobky této délky.

Stupeň odkornění – dříví se dodává **v kůře** (kůra je jen místně narušena po odstranění větví, odřením atd., zpomaluje tak vysychání dříví a chrání jej před poškozením při dopravě a skladování); **odkorněné do hněda** (kůra je odstraněna, ale lýko je ponecháno, takže povrch dříví nebývá narušen, přípustné jsou ojedinělé zbytky kůry); **odkorněné do běla** (kůra i lýko jsou odstraněny úplně, proto při některých způsobech odkorňování dochází k mechanickému narušení povrchu dříví). Dohodnuto může být i **částečné odkornění** v pruzích – prokřesání, nebo spirále – županování.

Surový kmen je pokácený strom zbavený větví, neodkorněný, ponechaný v celé délce, případně zkrácený na transportní délku. Zkrácení nemusí mít znaky neúplného druhování, proto nebývá surový kmen obchodovatelným sortimentem.

Šířka štěpné plochy štěpiny, vzniklé při štípání polenového dříví, je jedním ze znaků pro zatřídění do třídy jakosti. Uvažuje se nejmenší šířka štěpné plochy, měřená u jednoho z čel, která by u palivového dříví neměla přesáhnout 30 cm a u vlákninového a průmyslového dříví 24 cm. Na rozdíl od štěpin hovoříme u důlních ploštin (které jsou podélně rozmítnuty) o šířce řezné plochy. **Šířka řezné plochy** se v tomto případě zjišťuje uprostřed délky kusu. Objem ploštin v m^3 se vypočítává jako polovina objemu výřezů stejné tloušťky a délky.

Špalek je krátký, tlustý výřez obvykle z oddenkové části kmene, zpravidla kratší než 1 m a tlustší než 30 cm s kůrou. Termín špalek se ale používá i pro krátké dýhárenské výřezy.

Štěpina je podélně rozštípnuté či rozříznuté poleno (válec). Důvodem štípání polena bývá dodržení požadavku na největší tloušťku polena (hlavně z důvodu hmotnosti při ruční manipulaci), nebo „vyštípání“ vady – např. hniloby.

Tloušťka kmene, jako vzdálenost mezi dvěma tečnami vedenými rovnoběžně v protilehlých bodech příčného řezu kmene, je jednou z rozhodujících dimenzí pro krychlení vyrobeného dříví a zařazení do tříd jakosti. **Tloušťka výřezu** je vzdálenost mezi vnitřními plochami ramen průměrky měřená kolmo na podélnou osu výřezu, resp. při optickém měření délka paprsku procházejícího v místě měření kolmo na podélnou osu výřezu. **Tloušťka čepová nejmenší** je normou nebo uzancí stanovená minimální tloušťka čepu pro určitý způsob zpracování dříví, resp. třídu jakosti. Tloušťka může být zjišťována **elektronickým** snímacím a vyhodnocovacím **zařízením** 1D – snímající tloušťku kmene v jednom směru, 2D – snímající tloušťku kmene ve dvou na sebe kolmých směrech 3 D – snímající více bodů obvodové křivky.

Tolerance jsou odchylky od deklarovaných jmenovitých rozměrů. K tomuto jevu při výrobě sortimentů surového dříví běžně dochází, a proto bývá velikost přípustné tolerance předmětem dohody mezi dodavatelem a odběratelem. U dříví IV. až VI. třídy jakosti činí obvykle délková tolerance ±1 %. I mírné překročení minusové tolerance může vést k reklamaci, a proto je z hlediska výrobce účelné seřizovat zarážky na manipulačních linkách a měřicí zařízení těžebních strojů tak, aby se výsledné délky pohybovaly výhradně v toleranci plusové.

Válec je tlusté poleno (s tloušťkou na tenkém konci 24 až 30 cm), které bývá zpravidla před dodávkou rozštípnuto.

Výmět je označení výrobku, který vzhledem k nízké jakosti nelze zařadit do žádné normou, či uzancí specifikované jakostní třídy. Obvykle se termín **výmět z paliva** či palivový výmět užívá pro označení dříví nesplňujícího jakostní, případně rozměrové znaky palivového dříví. **Výmětovou kulatinou** (kulatinou pro průmyslové zpracování, KPZ) se označuje dříví mající dimenze (délku a tloušťku) kulatiny, ale nevyhovující požadavkům na kulatinu z hlediska jakosti.

Výřezy jsou části kmene či tlustých větví, vzniklé jejich příčným krácením. V pilařské praxi se pojmem výřez označují všechny kusy kulatiny vymanipulované na jmenovité délky z kulatiny dodané v transportních délkách. V obchodním styku se skupiny výřezů označují termíny vystihujícími jejich

použitelnost pro určitou skupinu výrobků. Každá taková skupina výřezů je charakterizována dřevinami, technologickými vlastnostmi, rozměry a přípustným rozsahem vad. Pojmem **cenné výřezy** rozumíme výřezy dýhárenské, průmyslové speciální, rezonanční pro výrobu hudebních nástrojů, překližkárenské, zápalkárenské, pro sportovní potřeby a výřezy sudárenské. **Výřez pro stavební účely** je určený pro stavebnictví bez podélného rozřezání. S podélným rozřezáním se neuvažuje ani u speciálních důlních výřezů, důlních výřezů, sloupových výřezů, tyčových a tyčkových výřezů a důlních tyčkových výřezů. **Výřezy pilařské tenké pro agregátní zpracování** (hranolovka, agregát) se dodávají s menší čepovou tloušťkou než běžné pilařské výřezy, protože při agregátním zpracování se prisma získává odfrézováním oblin bez výroby bočního řeziva. **Výřez k výrobě pražců** je sortiment v železničním stavitelství.

Výřez sdružených délek je výřez, jehož délka je násobkem délky jedné jeho části, nebo součtem délek více částí téhož sortimentu neoddělených příčným řezem. **Výřez sdružených jakostí** je výřez skládající se z více délek téhož sortimentu, ale různých jakostí, neoddělených příčným řezem. **Výřez sdružených sortimentů** je výřez, ve kterém jsou obsaženy různé sortimenty o různých jmenovitých délkách, neoddělené příčným řezem, ale označené na povrchu výřezu.

Závrt – je otvor způsobený hmyzem a rozlišuje se dle své velikosti na malý, kdy závrtové otvory hmyzu jsou do průměru 3 mm, a velký, kdy závrtové otvory hmyzu jsou o průměru větším než 3 mm.

11.2. Sortimenty surového dříví

V praxi užívané slovní označení sortimentů je založené na technologické jakosti dříví, a proto je téměř nezávislé na konkrétně použité druhovací uzanci. V současnosti kodifikují sortimenty dříví v ČR zejména **Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008** (2007), která jsou dosud nejnovějším podkladem v rámci naší republiky, vymezujícím parametry sortimentů dříví podle tuzemských i evropských norem, charakterizujícím vady dříví, uvádějícím postupy měření dříví i zásady evidence dříví v souvislosti např. s jeho prodejem, uvádějící zásady kontroly přejímky dříví a měřidel, aj. Hlavní částí Doporučených pravidel je soubor tabulek s jakostním tříděním dříví, a to do 6 jakostních tříd:

I. Rezonanční výřezy, výřezy pro výrobu krájené dýhy
II. Výřezy pro výrobu loupané dýhy, jiné speciální výřezy
III. Výřezy pro pilařské zpracování – jehličnaté
Výřezy pro pilařské zpracování – listnaté
Výřezy pro výrobu sloupů (sloupovina) – jehličnaté
IV. Dříví pro výrobu dřevoviny, dolovina a důlní výřezy, tyčovina
V. Dříví pro výrobu buničiny, desek na bázi dřeva (vláknina)
VI. Palivové dříví

První třída jakosti zahrnuje výřezy pro výrobu hudebních nástrojů, krájených nábytkářských dýh a speciálních technických potřeb. Sortimenty dříví I. jakosti se vyrábějí ze všech dřevin s výjimkou akátu a dubu ceru a dodávají se výhradně neodkorněné. Rezonanční výřezy (musí mít na 1 cm nejméně 4 stejně široké letokruhy) mohou být dodávány jen ze zimní těžby. Dále je zájem o klen s ozvučnými vlastnostmi. Z javorové překližky se vyrábějí zadní desky a boky strunných nástrojů, z masivu krky a kobylky. Nejvíce je ceněn vlnkovaný (fládrový) javor.

Druhá třída jakosti zahrnuje výřezy pro výrobu překližkových dýh loupáním, pro výrobu zápalek, sportovních a zdravotnických potřeb a sudů. Vyrábějí se ze všech dřevin s výjimkou akátu a dubu ceru a dodávají se výhradně neodkorněné.

Třetí třída jakosti je určena především pro výrobu řeziva. U jehličnatých dřevin se do ní zařazují i sloupové výřezy, speciální důlní výřezy a výřezy pro stavební účely (výřezy používané bez rozřezání), a u listnatých dřevin pražcovina. Pilařské výřezy III. jakosti se dělí na dva či více jakostních stupňů (4 stupně A až D dle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví, 2008), a dodávají se v kůře i odkorněné. U vyšších jakostí nejsou přípustné žádné příznaky povrchových a vnitřních hnilob a sukatost je omezena. Vzhledem k tomu, že při pořezu závisí výtěžnost a kvalita výsledného řeziva do značné míry na tloušťce výřezů, bývají jejich ceny diferencovány podle **tloušťkových tříd**. Do nich se roztřiďují dodávané výřezy při sestavování **konsignace**, což je podklad pro fakturaci. V praxi je

významné, že vyššího zpeněžení kulatinového výřezu může být dosaženo jeho zkrácením, pokud se tím přesune do vyšší tloušťkové třídy. Kvalita III. D je nazývána kulatinou k průmyslovému zpracování (KPZ). Detaily rozlišení kvality výřezů třetí třídy jakosti viz Tab. 11.

Kvalita			**A**	**B**	**C**	**D**
Charakteristika			Smrkové dříví prvotřídní kvality, čerstvé, zdravé a rovné výřezy téměř bez suků a dalších vad, nebo jen s vadami malými.	Smrkové čerstvé dříví běžné až prvotřídní kvality, výřezy bez boulí a skupinových suků a jen s uvedenými vadami.	Dříví běžné kvality až méně hodnotné, dovoleny jsou vady, které výrazně nesnižují přirozené vlastnosti dřeva. Rozsah vad nesmí být překročen.	Dříví, které může být využitelné pro pilařské zpracování a které vzhledem k jeho vadám nelze zatřídit do kvality A, B, C. Rozsah vad nesmí být překročen
Suky		zdravé, srostlé	do 3 cm max. 1 suk na 1 bm	do 4 cm	do 6 cm	do 8 cm
		nesrostlé		do 3 cm	do 5 cm	do 10 cm max 1 suk na 1 bm
		nezdravé	nedovolují se	do 2 cm max. 2 suky na 1 bm	do 3 cm	do 8 cm
Trhliny		dřeňové hvězdicové	nedovolují se	max. do 1/4 tloušťky čela, čepu	max. do 1/3 tloušťky čela, čepu	dovolují se
		odlupčivé	nedovolují se	nedovolují se	max. do 1/4 tloušťky čela, čepu	
		současný výskyt	nedovolují se	nedovolují se	nedovolují se	
Vady růstu	Křivost jedno-duchá	D 1	max. 0,25 cm/bm	max. 0,50 cm/bm	max. 0,75 cm/bm	max. 1,50 cm/bm
		D 2	max. 0,50 cm/bm	max. 0,75 cm/bm	max. 1,00 cm/bm	
		D 3	max. 0,75 cm/bm	max. 1,00 cm/bm	max. 1,50 cm/bm	max. 2.00 cm/bm
		D 4+	max. 1,00 cm/bm	max. 1,50 cm/bm	max. 2,00 cm/bm	
	Točitost		do 2 cm/bm	do 29 cm STP 5 cm/bm od 30 cm STP 7 cm/bm	do 29 cm STP 6 cm/bm od 30 cm STP 8 cm/bm	bez omezení
	Sbíhavost		do 1 cm/bm	do 1,5 cm/bm	do 1,5 cm/bm	bez omezení
	Křemenitost		nedovoluje se	do 10 % plochy čela, čepu	do 30 % plochy čela, čepu	bez omezení
	Excentrická dřeň		do 10 % tloušťky čela, čepu	do 15 % tloušťky čela, čepu	bez omezení	bez omezení
Vady houbami	zbarvení		nedovoluje se	nedovoluje se	nedovoluje se	max. do 2/3 plochy čela, čepu
	tvrdá hniloba					
Napadení hmyzem	mělké		nedovoluje se	nedovoluje se	dovoluje se	bez omezení
	hluboké				nedovoluje se	
Ostatní neuvedené vady			nedovolují se	nedovolují se	dle dohody mezi dodavatelem a odběratelem	
Rozměry			minimální jmenovitá délka 3 m, minimální čepová tloušťka 15 cm, nebo dle dohody.			
Stoupání délek			dle dohody mezi dodavatelem a odběratelem			

Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice 2008

Tab. 11.1 Vady dříví povolené pro zatřídění výřezů dřevin sm / jd do III. jakostní třídy

Označení	Středová tloušťka b. k.
D 0	do 9 cm
D 1a	10 - 14 cm
D 1b	15 - 19 cm
D 2a	20 - 24 cm
D 2b	25 - 29 cm
D 3a	30 - 34 cm
D 3b	35 - 39 cm
D 4	40 - 49 cm
D 5	50 - 59 cm
D 6	60 cm a více

Označení	Jmenovitá délka
L 1	< 3 m
L 2	> 3 m < 6 m
L 3	> 6 m < 14 m
L 4	> 14 m

Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice 2008

Tab. 11.2. Třídění kulatinových výřezů podle rozměrů

Čtvrtá třída jakosti sdružuje nesourodé sortimenty: důlní výřezy, tyčovinu (tyče a tyčky) a výřezy na výrobu dřevoviny (dříví pro zpracování na celulózu mechanickým způsobem - broušením). Důlní dříví nesmí mít žádné příznaky hnilob a vyrábí se ze smrku, jedle, douglasky, borovice, modřínu, dubu a akátu. Tyčovina se může vyrábět ze všech jehličnatých i listnatých dřevin. Dřevovina se vyrábí ze SM, suky jsou přípustné do velikosti 4 cm, hniloba se nepřipouští.

Pátá třída jakosti sdružuje sortimenty určené k výrobě celulózy chemickým způsobem (vlákninové dříví), dřevotřískových a dřevovláknitých desek a drobných dřevěných předmětů (hračky, kartáče, atd.) Vyrábějí se po dohodě s odběratelem ze všech jehličnatých a listnatých dřevin.

Šestá třída jakosti zahrnuje dříví nejnižší technologické jakosti, využitelné jen jako palivo.

Lesní štěpka je sortimentem vznikajícím desintegrací materiálu neodpovídajícího rozměrům a jakosti jehličnatých a listnatých sortimentů dříví. Podle podílu frakcí (kůra, jehličí a listí, dřevo, mechanické nečistoty) je využitelná technologicky, nebo jen energeticky. **Zelená štěpka** (lesní štěpka) obsahuje stromovou zeleň, kůru a dřevo. Obsahuje-li štěpka jen dřevo a kůru, jde o **hnědou štěpku** (v provozu lesního hospodářství je získatelná při štěpkování kmenů a stromů bez asimilačních orgánů), a obsahuje-li jen dřevo, jde o **bílou štěpku** (v lesním hospodářství je vyráběna z odkorněných odřezků).

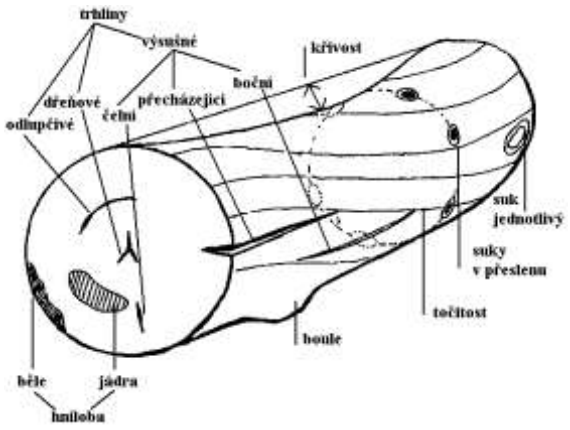
11.3. Zaměnitelnost sortimentů

Z hlediska technologie zpracování dřeva může být každý sortiment dříví nahrazen sortimentem vyšší technologické jakosti (i uvnitř téže třídy jakosti). Např. sloup může být použit jako pilařský výřez, ale ne každý pilařský výřez vyhovuje technickým podmínkám na sloup. V tom případě hovoříme o jednosměrné zaměnitelnosti. Obousměrná zaměnitelnost sortimentů je výjimečná, a reálná **zaměnitelnost sortimentů** z hlediska tržeb za dříví může nastat jen při vyrovnání poptávky a nabídky u technologicky zaměnitelných sortimentů, např. u nejtenčí kulatiny nižší jakosti a vlákninového dříví. Ceny sortimentů jsou totiž v tržní ekonomice v relaci s četností jejich přirozeného výskytu. Proto jsou výřezy I. a II. třídy jakosti násobně dražší, než sortimenty nižších jakostních tříd, a tento poměr se bude spíše prohlubovat, protože podíl nejcennějších sortimentů bude vždy omezený. Každá chyba v zatřídění dříví v tom smyslu, že dříví vyšší technologické jakosti je zařazeno do jakosti nižší, je proto spojena s finančními ztrátami.

V průběhu vývoje těžebních technologií byla podstatně snížena pracnost výroby dříví, ale časová náročnost druhování dříví - posouzení rozměrových a jakostních ukazatelů a následného rozhodnutí o nejvhodnějším druhování zůstává v podstatě stejná. Zvyšování produktivity práce v těžebním procesu tak může vést k tomu, že druhování není věnován potřebný čas, se všemi negativními důsledky (nevyužívání spodních rozměrových a jakostních ukazatelů, únik jakostnějších sortimentů do sortimentů nižší jakosti, import sortimentů získatelných v tuzemsku atd.). Obecně platí, že má-li být vydruhování co nejdokonalejší, musí k němu dojít na lokalitě, kde je realizovatelné racionálními postupy. Takovou lokalitou jsou především manipulační sklady, kde je vyšší prostorová a časová koncentrace výřezů dříví stejných dřevin, málo odlišných rozměrů a podobné technologické jakosti. Proto se zde vyplatí budovat i relativně nákladná technická zařízení k co nejdokonalejšímu druhování.

11.4. Vady dříví

Jakost dříví (též technologická jakost dříví) se jen výjimečně charakterizuje ukazatelem skutečné jakosti – např. počtem letokruhů na 1 cm u rezonančního dříví. V ostatních případech se posuzuje nepřímo, podle výskytu a rozsahu vad dříví, které způsob zpracování nejvýrazněji ovlivňují.



Obr. 11.1. Základní vady dříví

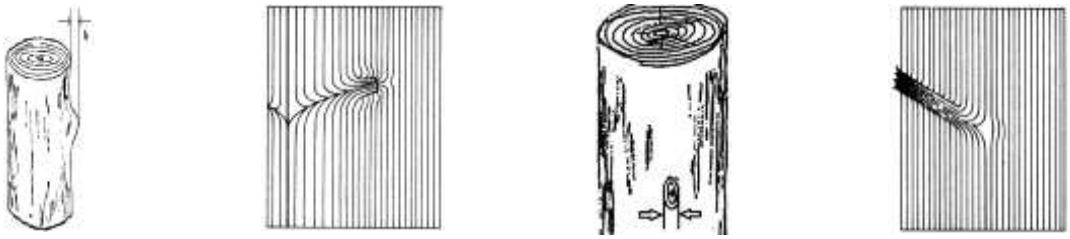
Rozdělení vad do skupin, jejich měření a hodnocení se poněkud liší podle ČSN (48 0203, 48 0204, 48 0205), Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v České republice (2008), Rakouských uzancí v obchodu s dřívím, Rohholzhandelsklassen v SRN, atd., ale v zásadě všechny normy a uzance dělí

vady na suky, trhliny, vady tvaru kmene, nepravidelnosti struktury dřeva, napadení dřeva houbami, napadení dřeva hmyzem a ostatní poškození dřeva. Některé vady dříví vznikají působením přírodních sil, a proto lze jejich výskyt ovlivnit omezeně, ale část vad je následkem neodborně provedené těžby (mechanické poškození dříví) a důsledkem nevhodného dočasného uskladnění dříví (výsušné trhliny, napadení dřevokaznými houbami a hmyzem). Pro seriózní vyjednávání o ceně je třeba, aby obě strany znaly vliv konkrétní vady na zpracování dříví, i možnosti, jak lze vliv vady zmírnit.

Suky jsou části větví obrostlé dřevem, které vystupují, nebo nevystupují na oblou část výřezu, a protože se hustotou dřeva, mechanickými vlastnostmi, a někdy i zdravotním stavem odlišují od okolního dříví, komplikují jeho mechanické i chemické zpracování. Proto je sukatost jedním z hlavních kritérií při zařazování dříví do sortimentů. Posuzuje se množství suků na běžný metr výřezu, jejich velikost, rozmístění (jednotlivě, v přeslenech, po dvojáku) a zdravotní stav.

Zarostlý suk nevychází na povrch výřezu, ale podle doby zarůstání se může na oblé ploše projevovat vyvýšeninou, tzv. ránovou ploškou či vousem (brvou). Pokud se zarostlý suk vůbec měří, pak je to výškou vyvýšeniny, která jej zakrývá nad povrchem výřezu. Zda se jedná o zarostlý suk, nebo jinou vadu dříví, se obvykle ověřuje odseknutím vyvýšeniny sekerou. U dýhárenských výřezů nemusí být zarostlé suky (očka, spící pupeny) považovány za vadu, ale naopak, mohou být ceněny, protože na tangenciálním řezu vytvářejí specifickou kresbu (např. očkový javor). Obdobně vytvářejí zarostlé kořínky na podzemní části kmene kořenici.

Nezarostlý suk (**otevřený suk**) vychází na povrch výřezu, měří se v místě nejmenšího průměru, a jeho velikost se zaokrouhluje na celé centimetry dolů. Zóna dřevních vláken v okolí suku se do rozměru nezahrnuje. Podíl shnilého dřeva se odhaduje. **Zdravý suk** je bez příznaků hniloby, **nezdravý suk** je poškozený hnilobou. **Nahnilý suk** má hnilobou postiženu nejvýše ⅓ plochy suku, zatímco **shnilý suk** více než ⅓ plochy suku. **Vypadavý nezdravý suk** je odumřelý suk nedržící v okolním dřevě. **Srostlý suk** je s okolním dřevem srostlý minimálně ¾ obvodu. **Nesrostlý suk** je s okolím srostlý méně než ¼ obvodu. **Částečně srostlý suk** je srostlý více než ¼ a méně než ¾ obvodu. **Skupinové suky** jsou suky tak hustě umístěné, že mezi sousedními suky nenastal normální průběh vláken. **Přeslen** (suky v přeslenu) je více suků umístěných přibližně ve stejné výšce kmene. **Zámek** jsou manipulačním řezem neodstraněné koncové suky, omezující praskání výřezu při jeho vysychání (zámek se neodřezává při ruční výrobě výřezů I. až III. jakosti). **Suk po dvojáku** je velký suk po dvojáku. **Rozestup suků** je vzdálenost mezi dvěma sousedními suky, měřená v podélné ose výřezu.



Měření zarostlého suku | Zarostlý suk na řezu kmenem | Měření otevřeného suku | Otevřený suk na řezu kmenem

Obr. 11.2. Měření suků a jejich projevy na řezu kmenem

V průběhu pěstování stromů lze snížit sukatost dříví pěstováním v hustém zápoji (větve v dolní části koruny zasychají a kmen se čistí), nebo vyvětvováním, které však nemusí být jen opatřením pro zvýšení hodnotové produkce, ale může být prováděno i z důvodů získávání ozdobného klestu, úpravy průjezdného profilu komunikací bez kácení okrajových stromů porostu atd. Vyvětvování se vyplácí jen na dobrých stanovištích, vyvětvování porostů ohrožovaných větrem a sněhem je z hlediska vkládání finančních prostředků riskantní, a vyvětvování porostů napadených hnilobou neúčelné. S vyvětvováním se začíná při výčetní tloušťce stromů 15 cm, protože cílová výčetní tloušťka porostu by měla být nejméně trojnásobkem výčetní tloušťky z období počátku vyvětvování. Vyvětvování je účelné do výšky 8-10 m, a musí být provedeno čistým, hladkým řezem těsně u kmene, pahýly po větvích se nesmějí ponechat, aby nebyly ohniskem houbové infekce. Vyvětvování musí být započato včas (ideálně při tloušťce větví do 2 cm), aby se řez rychle zavalil. Podle zkušeností z Rakouska a

Švýcarska může vyvětvování zvýšit podíl středového řeziva až na 39 %, ve srovnání s průměrně dosahovanými 14 % u kulatiny z nevyvětvovaných porostů.

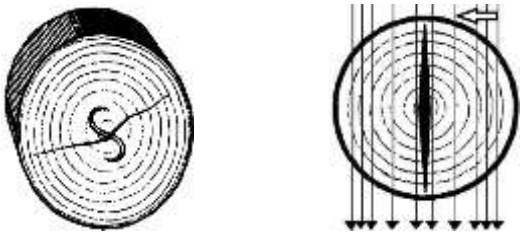
Při druhotném zpracování dříví je možné vliv suků omezit, a to při výrobě nekonečných hranolů vyříznutím sukaté části a délkovým napojením bezsukých částí cinkováním. Při výrobě truhlářského dříví je možné nezdravé suky odvrtat a nahradit zátkami (ze dřeva v případě, že dříví nebude ve fázi užití vidět, nebo zátkami z větví, pokud má zůstat zachován rustikální vzhled). Podstatně méně pracné je zatmelení nezdravých suků, zejména při použití tavného tmele, který nepraská a zpevňuje vypadavé suky, a jej lze hoblovat i brousit a nanášet na něj barvy a laky. Pro následné použití transparentních laků se ale nehodí.

Trhlina je rozdělení dřeva podél vláken, vznikající při kácení a vysychání dřeva. Zvlášť náchylný k praskání je buk a tvrdé listnáče. V obchodní praxi se neuvažují jen vlasové trhliny max. 0,5 mm široké, a do 5 mm hluboké. Všechny ostatní trhliny jsou vadami, posuzovanými podle podílu na tloušťce čela (do 1/10, do ¼). **Čelní trhlina** je pouze na čele výřezu. **Dřeňová trhlina** je čelní trhlina vycházející z dřeně. **Hvězdicovitá trhlina** je tvořena dvěma a více dřeňovými trhlinami. **Nepřecházející trhlina** je na čele, a nepřechází na oblé plochy. **Přecházející trhlina** je na čele a přechází na jeden bok. **Pronikající trhlina** je na čele, a přechází na oba boky. **Boční trhlina** je jen na oblé ploše. **Odlupčivá trhlina** je kruhovitá trhlina mezi letokruhy. **Mrazová trhlina** je radiální trhlina způsobená mrazem směrem z běle ke dřeni. **Výrobní trhliny** jsou přecházející či pronikající trhliny způsobené kácením a krácením. **Výsušné trhliny** jsou krátké, úzká a mělké. **Pryskyřičné trhliny** jsou trhliny vytvořené v žijícím stromě, které se šíří od dřeňového válce, avšak svým rozsahem zůstávají omezeny na vnitřní část jádra dřeva a jsou vyplněny tekutou pryskyřicí (např. u modřínu).

Čelní, dřeňová, přímá | Čelní, dřeňová, paprsčitá | Mrazová, přecházející | Odlupčivá | Výrobní | Výrobní, pronikající

Obr. 11.3. Trhliny

Při zpracování kulatiny na řezivo jsou nejzávažnější trhliny paprsčité, přecházející a pronikající. Malovýrobní technologie pořezu s použitím rámové, kotoučové či pásové pily do určité míry umožňují výřez s přímou trhlinou vycentrovat tak, aby byl znehodnocen jen „jeden řez“. V ostatních technologiích taková možnost není. Protože nejvíce čelních výsušných trhlin vzniká v čase mezi těžbou a zpracováním dřeva, zachycují se počínající trhliny zatloukáním „S“ háků, či plastových svorek (Logsavers, T-háků) do čel výřezů, aby zabránily hlubokým trhlinám. Před pořezem je pochopitelně nutné kovové háky vyjmout.



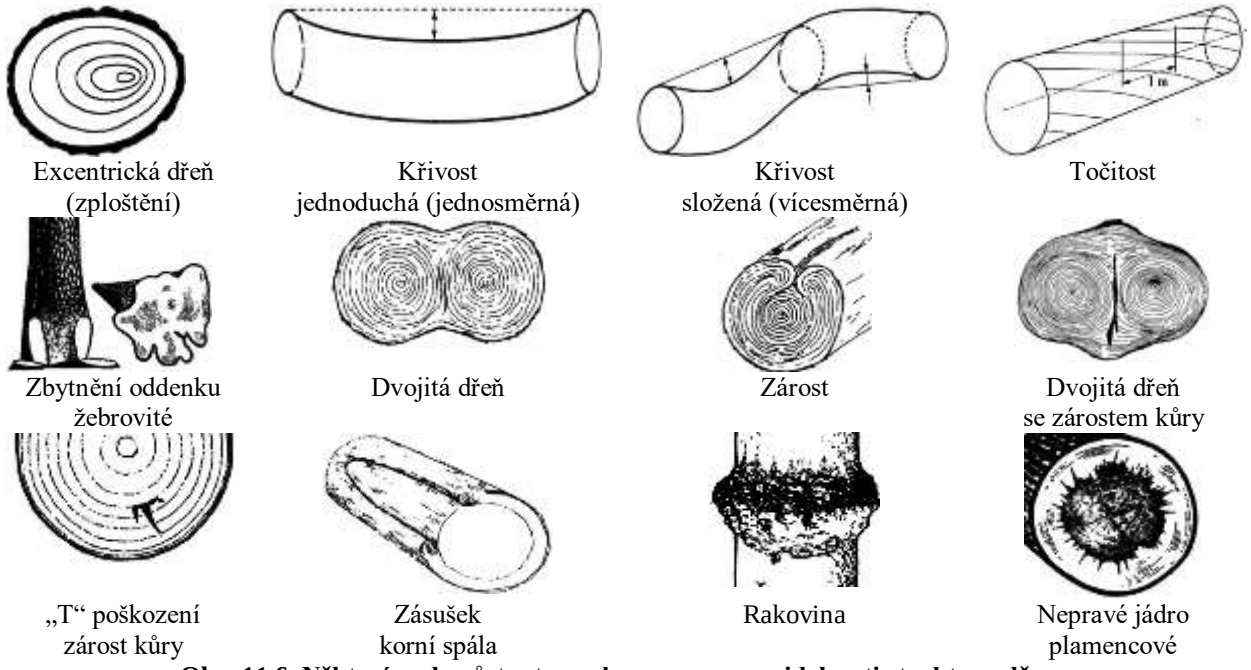
„S“ hák | Přímá trhlina | Paprsčitá trhlina

Obr. 11.4. Omezení rozsahu trhlin **Obr. 11.5. Centrování výřezu s trhlinami**

Další vady dříví jsou podle různých norem a pravidel zařazovány odlišně do skupin vad: **vady růstu**, **vady tvaru kmene** a **nepravidelnosti struktury dřeva**. Charakteristika vad je ale shodná, není proto významné, do které skupiny je v konkrétní uzanci vada zařazena.

Excentrická dřeň (**zploštění**) je umístění dřeně mimo střed kmene. Řezivo, vyrobené z takového dříví se při sesychání deformuje nerovnoměrně, proto je u kulatiny excentrická dřeň vadou, ale u sortimentů zpracovávaných změnou struktury dřeva nevadí. Pokud je na výřezu jen jeden ohyb, je to **křivost jednoduchá**, je-li na výřezu více ohybů v jedné či více rovinách, je to **křivost složená**. Pokud zůstane k dispozici minimální délka výřezu, je jediným způsobem omezení křivosti (posuzované podle

odchylky v cm na 1 bm) zkrácení výřezu v místě největší křivosti. Za **sbíhavost** se považuje větší úbytek tloušťky výřezu než 1cm/1m. **Točitost** je spirálový průběh vláken (přesahující odchylku 1 cm na 1 bm; u rakouských uzancí 5 % průměru na 1 bm), který je vadou u kulatin (řezivo se sesychá do vrtule), u sortimentů zpracovávaných změnou struktury dřeva nevadí. Totéž omezení platí u **reakčního dřeva** (**křemenitosti**), což je místní změna struktury dřeva jehličnatých dřevin v zóně namáhání v nakloněných a křivých stromech. **Zbytnění oddenku** je zvětšení tloušťky oddenku, kdy tloušťka dolního čela je více než 1,2krát větší než tloušťka výřezu 1m od tohoto čela. **Okrouhlé zbytnění** se na příčném řezu projevuje kruhovým tvarem, **žebrovité zbytnění** hvězdicovitým, nebo laločnatým. **Boulovitost** je výrazné místní ztloustnutí kmene různého původu, tvaru a rozměrů. **Dvě dřeně** (**dvoják**) je výskyt dvou nebo více dření v kulatině, které mají samostatné systémy letokruhů obklopené na obvodě jedním celkovým; vada je projevuje oválným tvarem na příčném řezu.



Obr. 11.6. Některé vady růstu, tvaru kmene a nepravidelnosti struktury dřeva

Zárost je zarůstající či zarostlé poranění, s dutinou vyplněnou zbytky kůry, odumřelým dřevem a případně i cizím předmětem. Často je následkem poranění kmene soustřeďováním dříví, nebo padajícími kameny na svazích. K zárostu kůry dochází také u dvojáků. Na příčném řezu kmenem listnáčů se zárost kůry projevuje jako tmavohnědé písmeno T, obrácené vrchní částí ke středu kmene. Pro tento vzhled dostal zárost kůry v uzancích EU název **„T“ disease**. **Zásušek** (**korní spála**) je prohloubenina na povrchu kulatiny vzniklá odumřením povrchových tkání v době růstu stromu, např. prudkým osluněním. Často bývá doprovázena hnilobou a odlupčivou trhlinou. **Rakovina** je prohlubeň či výduť na povrchu rostoucího stromu, jako důsledek činnosti hub a bakterií. Tangenciální řez může být dekorativní, ale povrchová úprava dřeva broušením a nátěrem je obtížná vzhledem k nepravidelnému průběhu vláken. **Vnitřní běl** jsou letokruhy v zóně jádra, jejichž zbarvení a vlastnosti se blíží barvě a vlastnostem běle; je často provázena hnilobou. **Svalcovitost** je zvlněný průběh dřevních vláken, vytvářející na řezu nepravidelnou, mramorovitou kresbu. Jde o vadu, která je ale ceněná u dýhárenských výřezů (zejména u břízy, ořechu, javoru a jasanu). **Nepravé jádro** je nenormálně (tmavě) zbarvené jádro listnatých dřevin (břízy, buku, klenu). Pokud se hranice nepravého jádra kryje přibližně s letokruhy, jde o nepravé jádro **okrouhlé**, vybíhá-li nepravidelně k obvodu příčného řezu, označuje se jako **plamencové**. Rozsah vady se nejčastěji posuzuje podle podílu (1/3, 1/2) na tloušťce čela. Jedná se jen o estetickou vadu dříví, jeho mechanické vlastnosti jsou nezměněné. Tangenciální řez kulatinou s touto vadou je dekorativní, proto existují evropské aktivity (Buchen-Rotkern-Initiative), jak takovým dřevem nahradit např. palisandr při výrobě luxusního nábytku. **Prosmol** (**smolník**, **zásmol**) je prostor mezi letokruhy běle, vyplněný po poranění či smolaření pryskyřicí, což ztěžuje mechanické opracování dřeva, i zpracování na celulózu, ale na druhé straně je jeho přirozenou konzervací. Při výrobě **truhlářského řeziva** se prosmol tvarovou frézou vyfrézuje, a

vzniklý prostor se zaslepí vlepenou „lodičkou“. Pro rekonstrukce historických budov bývá dříví s prosmoly dokonce vyhledáváno.

Další vady jsou podle různých norem a pravidel zařazovány do **změn zbarvení dříví** a **vad způsobených houbami**. Změny barvy dřeva, způsobené povětrností, stykem s kovem (v blízkosti střel a střepin), nebo v první fázi napadení houbami, se nazývají **zbarvení**, a nejsou doprovázeny změnami mechanických vlastností. **Zbarvení jádra** houbami vzniká v rostoucím stromě vlivem dřevozbarvujících i dřevokazných hub, nezpůsobuje snížení tvrdosti dřeva, a na řezu se projevuje skvrnami a pruhy. **Zbarvení běle** je jeho nenormální barva běle, bez snížení její tvrdosti, vznikající v pokáceném dřevě činností dřevokazných hub. **Barevné skvrny běle** jsou oranžové, žluté, růžové, světle fialové a skořicové zabarvení běle houbami. **Plíseň** se projevuje jako práškovitý či vláknitý porost na povrchu dříví, nezasahuje do hloubky a bývá typická pro dříví uskladněné pod postřikem. **Zapaření** je hnědavé zbarvení běle listnatých dřevin, různých odstínů, intenzity a rozmístění, vznikající v pokáceném stromě v důsledku biochemických procesů vyvolaných činností hub (i bez ní). Je jak změnou barvy dříví, tak mechanických vlastností. **Zamodralost** (**zamodrání**) je šedé zbarvení běle s modravými nebo nazelenalými odstíny (u borovice), přecházejícími až do černa (u smrku). Jedná se jen o změnu barvy, bez změny mechanických vlastností. Hniloba je nenormální zbarvení dřeva, s postupným snižováním jeho tvrdosti, vznikající činností dřevokazných hub. První fází je **tvrdá hniloba**, se změnou barvy, ale beze změn mechanických vlastností, druhou fází je **měkká hniloba**, se změnou barvy i mechanických vlastností. Pro ověření, zda jde o hnilobu tvrdou či měkkou, se v praxi používá kriterium – nelze-li zaražený hřebík uvolnit ze dřeva rukou, jde o hnilobu tvrdou. Toto kriterium vzniklo pro potřebu výroby nevratných palet, kdy může být řezivo natolik nekvalitní a tím levné, že paleta vydrží jen jeden cyklus. Poslední fází je **trouchnivost**, při které vzniká dutina, jako výsledek úplného rozrušení dřeva. Podle změn barvy dřeva, které houby působí, rozeznáváme **bílou hnilobu**, působenou houbami zesvětlujícími barvu dřeva, a **hnědou hnilobu**, zanechávající hnědé kostkovité zbytky nenapadeného ligninu. Rozsah vady se nejčastěji posuzuje podle podílu zasažené tloušťky nebo plochy čela (1/5, 1/3).

Nejvíce se uzance liší v hodnocení vad způsobených hmyzem. Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice 2008 (2002) jsou nejpřísnější, a rozdělují **poškození hmyzem** na **povrchové** (do hloubky 1 mm – v podstatě se jedná jen o části chodbiček kůrovců), **mělké** (do 3 mm) a **hluboké** (nad 3 mm). Nejzávažnější je poškození hluboké, působené zejména dřevokazem čárkovaným, tesaříky a pilořitkami. Za **drobný požerek** se považuje poškození hmyzem do průměru max. 2 mm. U mělkého poškození dřeva se rozsah vady posuzuje podle počtu závrtů na 1 bm.

Ostatními, zvláštními vadami jsou: **poškození cizopasnými rostlinami** (jmelím), které se vyskytuje převážně ve větvích, a proto nebývá významné. **Lizina** po smolaření. **Vytrhaná vlákna** na čele výřezu způsobená kácením či příčným řezem. **Cizí tělesa** – zarostlé střepiny, kameny, hřebíky, dráty. **Poškození ptactvem** – vyklované dutiny. **Zuhelnatění** - ohořelý a zuhelnatělý povrch kulatiny. **Mechanické poškození** dřeva nářadím a stroji při těžbě, dopravě a třídění dříví (posuzuje se podle hloubky). **Zásek a zářez** jako místní mechanické poškození povrchu kulatiny sekerou, pilou, a jiným nářadím či strojem. **Oděr kůry** vlečením neodkorněné kulatiny po zemi je sice jen mechanické poškození kůry, ale vzhledem k tomu, že je doprovázeno zadřením zeminy do povrchové části kmene, znamená to vyšší otupení nástrojů u zpracovatele. Proto bývá tato vada posuzována velmi vážně!

11.5. Měření dříví

11.5.1. Předpisy pro označování, měření a klasifikaci dříví

- **Legislativní předpisy**, zejména vyhláška č. 391/2003 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o označování, měření a klasifikaci dříví
- **Technické normy**
  - ČSN 48 0050 Surové dříví. Základní a společná ustanovení
  - ČSN 48 0051 Sortimenty surového dříví. Surové kmeny
  - ČSN 48 0055 Jehličnaté sortimenty surového dříví. Technické požadavky
  - ČSN 48 0056 Listnaté sortimenty surového dříví. Technické požadavky
  - ČSN 48 0060 Pilařská kulatina. Rozměry

  - PN 48 0096 Sortimenty surového dříví. Jehličnaté lesní štěpky (nahradila část ON 48 0095)
  - PN 48 0097 Sortimenty surového dříví. Listnaté lesné štiepky (nahradila část ON 48 0095)
  - ČSN 48 0202 Kulatina. Průmyslové druhy dřevin. Názvosloví.
  - ČSN 48 0203 Surové dříví. Kulatina. Třídění vad.
  - ČSN 48 0204 Surové dříví. Kulatina. Měření vad.
  - ČSN 48 0205 Surové dříví. Kulatina. Názvy a definice vad.
- **Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR** (2008) – viz výše.
- **Mezinárodně uznávané uzance.** Nejobvyklejšími jsou:
  - Rakouské uzance v obchodu se dřevem formulují všeobecná pravidla obchodování se dřevem, definují pojmy související s výrobou, tříděním a obchodováním se sortimenty dříví, charakterizují sortimenty surového dříví a charakterizující sortimenty řeziva. Obsahují vlastní tloušťkové třídění, nezávislé na kvalitativních třídách a na dřevině. Dále charakterizují sortimenty jehličnatého dříví (dříví naloupání a dýhy, kulatina pro pořez na pile – jakostní třídy A – C a výřezy s hnědou hnilobou, stolařské výřezy, výmět z pilařské kulatiny, kulatina pro jiné účely), sortimenty jehličnatého a listnatého dříví (průmyslové dříví – brusné dříví, vláknina, tenké dříví, dřevo na desky, výmět, kulatina na podvaly, důlní dříví, resonanční výřezy, energetické dříví), sortimenty listnatého dříví (dříví na loupání a dýhy, kulatina pro pořez na pile JV, BK, DB, JM).
  - Německý systém HKS (*Handelsklassensortierung für Rohholz mit ergänzenden Erläuterungen*) má 4 systémy tloušťkového hodnocení, pro dlohé dříví (podle střední tloušťky, Heilbronner třídění, třídění pro tyčovinu), pre průmyslové a palivové dříví (průměr s kůrou). Kvalitativně rozděluje dříví do čtyř tříd A/EWG,B/EWG,C/EWG a D/EWG. Do třídy A/EWG patří dýhárenské dříví, které je možno porovnat s naší 1. jakostní třídou.
- **Obchodní smlouvy** mezi dodavatelem a odběratelem dříví jsou v dnešní době tím nejjednoznačnějším předpisem, stanovujícím parametry dříví dodávanému konkrétnímu odběrateli. V obchodní smlouvě mohou být parametry dříví stanoveny odkazem na příslušnou normu, na Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví 2008, na uzance, nebo mohou být stanoveny přímo v příslušném oddílu smlouvy výčtem druhu dřeviny, rozměrů výřezů a výskytem přípustných vad.

11.5.2. Ruční a elektronické měření dříví

Délky dříví se **při ručním měření** měří dřevorubeckým pásmem, a ke jmenovité délce výřezů se přidává **nadměrek** 2 %. Maximální velikost nadměrku může být omezena dohodou. U rovnaného dříví se na délku polen nadměrek neposkytuje, ale přidává se nadměrek 5 cm na každý 1 m výšky hráně. Při měření výřezu se zásekem se do délky započítává polovina výšky záseku, nejvýše však 5 cm.

Tloušťky se měří kovovou **průměrkou** se zaokrouhlením na celé centimetry dolů. V některých státech musí být průměrka v pravidelných intervalech (2 let) úředně cejchovaná, a kalibrovaná musí být vůči etalonu s rozlišovací schopností 1 mm. Toto doporučení je přebíráno i v ČR v případě, že společnost je nositelem certifikátu kvality ISO 9001. Měří se nejčastěji středová tloušťka, případně tloušťka čepu či čela.

Středová tloušťka se měří (zjišťuje výpočtem) s přesností na celé cm. U výřezů tlustých do 19 cm se tloušťka **při ručním měření** zjišťuje z jednoho měření, u výřezů tlustších nebo při oválném průřezu kmene se vypočítává jako aritmetický průměr ze dvou měření v rovinách na sebe kolmých.

Při elektronickém měření se tloušťka vyhodnocuje ve dvou na sebe kolmých místech ve dvou měřicích místech, přičemž střed kusu je mezi těmito místy. Měřicí místa jsou obvykle dána rozestupem 10 cm podél kusu (některá měřicí zařízení tak mohou poskytovat obraz celkového tvaru kmene). Ze sejmutých hodnot se pak tloušťka vypočítá, a to jako aritmetický průměr z hodnot všech čtyř měření. Při elektronickém měření dříví na dřevoskladech je nejčastěji využíváno měřicích rámů, přičemž se využívá principu získání signálu zastíněním snímačů tvořených fototranzistory rozmístěnými ve dvou na sebe kolmých směrech. Počet zastíněných snímačů udává velikost tloušťky

v každém směru měření. Přesnost měření je ca 1 – 2 mm. Podobného principu je využíváno i pro měření délky kusu.

Protože se tloušťky udávají bez kůry (b. k.), je nutné u výřezů v kůře odkornit prstenec kůry v místě měření, nebo provést **srážku na kůru**. Užívají se též krychlící tabulky s měřením tloušťek v kůře, ale udávající objemy bez kůry. V dřevařské praxi se při přejímce kulatin na pilách používají tabulky pro odpočet kůry při měření středové tloušťky kulatiny v kůře, dřevaři nazývané Peintingerovy tabulky.

Délka výřezu je nejkratší vzdáleností mezi oběma čely výřezu. Tato délka je skutečnou délku výřezu. **Délka výřezu jmenovitá** je délka získaná odečtením nadměrku, případně i části záseku od skutečné délky výřezu. Je-li zásek vyšší než 5 cm, započítává se do jmenovité délky výřezu polovinou své výšky, nejvíce 5 cm. **Délka výřezu nejmenší** je pro každou skupinu sortimentů předmětem dohody mezi dodavatelem a odběratelem. Při jejím stanovování se přihlíží k technickým možnostem zpracování dříví (např. způsobu upnutí výřezu pilařské kulatiny při pořezu). Při ručním měření se délka měří zpravidla dřevorubeckým pásmem s přesností na celé cm.

Stoupání rozměrů je stanovený interval stoupání tloušťky a délky sortimentů surového dříví. Tloušťky výřezů stoupají po 0,01 m (bez kůry) a délky podle dohody po 1,0 m, 0,25 m, 0,50 nebo 0,10 m. U kulatinových výřezů může být požadavek na stoupání délek v násobcích základní délky, např. 4 m a násobky. Tolerance jsou odchylky od deklarovaných jmenovitých rozměrů výrobku. K tomuto jevu běžně při výrobě surového dříví dochází a proto bývá velikost přípustné tolerance náležitostí dohody mezi dodavatelem a odběratelem.

11.5.3. Automatizované měření dříví harvestory

Dříví zpracovávané harvestory je měřeno pomocí harvestorové hlavice zavěšené na konci hydraulického jeřábu harvestoru. Délka výřezu je měřena s přesností na 1 cm na základě počtu elektronických impulsů vznikajících při synchronním odvalování měřicího ozubeného kola po povrchu výřezu protahovaném harvestorovou hlavicí při svém zpracování. Hodnoty průměru výřezu jsou získány s přesností na 1 mm na základě úrovně napěťového elektrického signálu odvozeného od měřicích potenciometrů v závislosti na míře rozevření horních odvětvovacích nožů nebo ramen válců posuvu (viz též Obr. 13.46.). Na základě změřené délky a průměru spočítá měřicí systém harvestoru celkový objem výřezu. V měřicím systému je možné zvolit několik algoritmů výpočtu objemu výřezu. Pokud je stroj vybaven satelitní navigací a odpovídajícím softwarem, může ke každému vyrobenému výřezu přiřadit informace o jeho přesné poloze v porostu prostřednictvím souřadnic systému GPS.

Obr. 11.7. Boření hrotů měřicího kolečka harvestoru v důsledku různé pevnosti kůry způsobuje nepřesnosti měření délek výřezů

Minimálně jedenkrát denně je vhodné provádět kontrolu měření délky a průměru, tzv. **kalibraci**. Pokud se reálné hodnoty délky a tloušťky zpracovaných výřezů neshodují s údaji, které uvádí měřicí systém harvestoru, je nezbytné provést kalibraci měření. Kalibrace měření se provádí rovněž při změně těžebních podmínek, např. těžené dřeviny, hmotnatosti porostu a po opravách součástí harvestorové hlavice nebo měřicího systému. Je zcela zásadní, aby byl měřicí systém harvestoru správně nastaven. Výřezy, které svými rozměry neodpovídají dohodnutým parametrům mezi výrobcem a odběratelem, jsou automaticky přeřazeny do nižší jakostní třídy s nižší mírou zpeněžení. Při vysokých denních výkonech harvestoru a absenci kontroly měření tak může dojít při zpeněžení vyrobených výřezů ke značným finančním ztrátám. Kalibrace je obtížná zejména na začátku zimy a brzy na jaře, kdy na osluněných částech kmene je kůra měkká, zatímco ve stínu je zmrzlá. Měřicí

elementy se pak boří do kůry na obou stranách kmene různě, čímž dochází k rozdílům v délce i tloušťce.

Průběh měření zpracovávaného kmene

- Operátor uchopí kmen stromu harvestorovou hlavicí u jeho paty a zadá do měřicího systému druh kácené dřeviny, popř. její kvalitu.
- Na základě prvního změřeného průměru kmene a kmenové křivky pro danou dřevinu, uložené v počítači harvestoru, předpovídá měřicí systém optimální skladbu sortimentů pro výrobu dle zadané cenové matice.
- Cenovou matici zadává do počítače harvestoru majitel stroje po dohodě s odběratelem, jaké sortimenty se budou v daném porostu vyrábět. Ke každému vyráběnému sortimentu v cenové matici je přiřazena reálná či relativní cena zpeněžení. Měřicí systém harvestoru vybírá skladbu sortimentů tak, aby bylo u zpracovávaného kmene realizováno maximální zpeněžení nebo aby byl v rámci celé zakázky vyroben předem dohodnutý podíl jednotlivých sortimentů.
- Optimální skladba sortimentů pro výrobu se může během zpracování kmene měnit, podle toho, jak měřicí systém kontinuálně porovnává reálně měřené a očekávané průměry kmene dle kmenové křivky.
- Na základě již zpracovaných kmenů je průběh kmenové křivky pro daný těžený porost průběžně upřesňován.

Výkaz výroby, který poskytují soudobé verze měřicích systémů harvestorů, plně odpovídá svým obsahem a přesností udávaných parametrů provozním potřebám lesnictví. Případné odchylky v jednotlivých parametrech předávané výroby jsou způsobeny buď lidským faktorem, např. záměrnou nebo neodbornou manipulací s měřicím softwarem nebo specifickými pracovními podmínkami, jako jsou těžba v době námrazy nebo mízy, či práce v kalamitách.

11.6. Zjišťování objemu surového dříví

Ke stanovení objemu **dlouhého dříví** se v lesnické praxi používají krychlící tabulky odvozené z matematických vzorců. Pro surové kmeny a kulatinové výřezy se používá **Huberův vzorec**

$$V_{m^3} = K_{\frac{1}{2}\times} l_m$$

kde je V_{m^3} *objem výřezu v* m^3

$K_{1/2}$ *kruhová plocha v polovině jmenovité délky surového kmene nebo výřezu*

l_m *jmenovitá délka surového kmene nebo výřezu v metrech*

Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví (Praha 2007) uvádějí poněkud modifikované vzorce pro odkorněné výřezy a výřezy v kůře. Pro **odkorněné výřezy** platí vztah pro zjištění objemu

$$V_{bk} = \frac{\pi}{4} \times d_{bk}^2 \times l \times 10^{-4}$$

kde je V_{bk} *objem bez kůry v* m^3

d_{bk} *středová tloušťka bez kůry v cm*

l jmenovitá délka výřezu v m

Pro **výřezy v kůře** platí vztah pro zjištění objemu

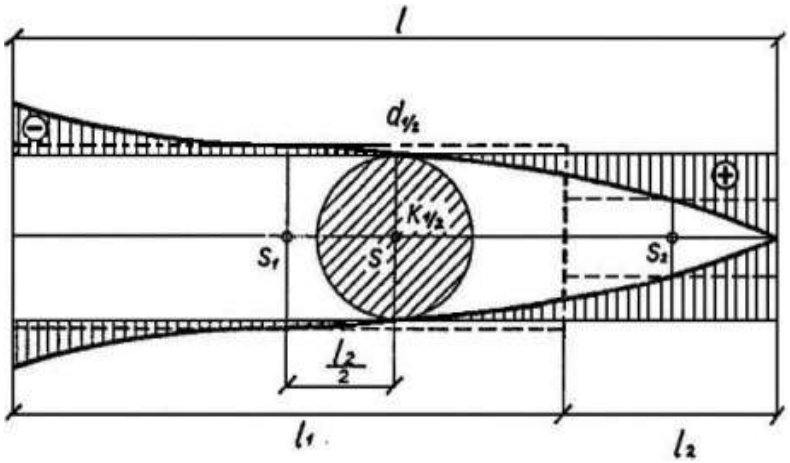
$$V_{bk} = \frac{\pi}{4} \times (d_{sk} - 2k)^2 \times l \times 10^{-4}$$

kde je V_{bk} *objem bez kůry v* m^3

d_{sk} *středová tloušťka bez kůry v cm*

k tloušťka kůry v cm

l jmenovitá délka výřezu v m



Obr. 11.8. Skutečný objem každé části kmene se liší od objemu ideálního válce

V Huberově vzorci je výřez nahrazen válcem stejné délky, s kruhovou základnou rovnající se ploše kruhu o průměru shodném s tloušťkou výřezu bez kůry uprostřed jeho jmenovité délky. I když se kmeny dřevin rotačním tělesům podobají, přesto se každý výřez od rotačního tělesa více či méně odlišuje. Čím více se tvar výřezu liší od válce nebo kužele, k tím větší diferenci mezi skutečným objemem výřezu a objemem vypočteným podle Huberova vzorce dochází. Protože se od rotačního tělesa odlišuje každá část kmene jinak, projeví se to diferencovaně u sortimentů vyráběných z různých částí kmene.

Dosavadní vědecká i praktická zjištění lze formulovat následovně:

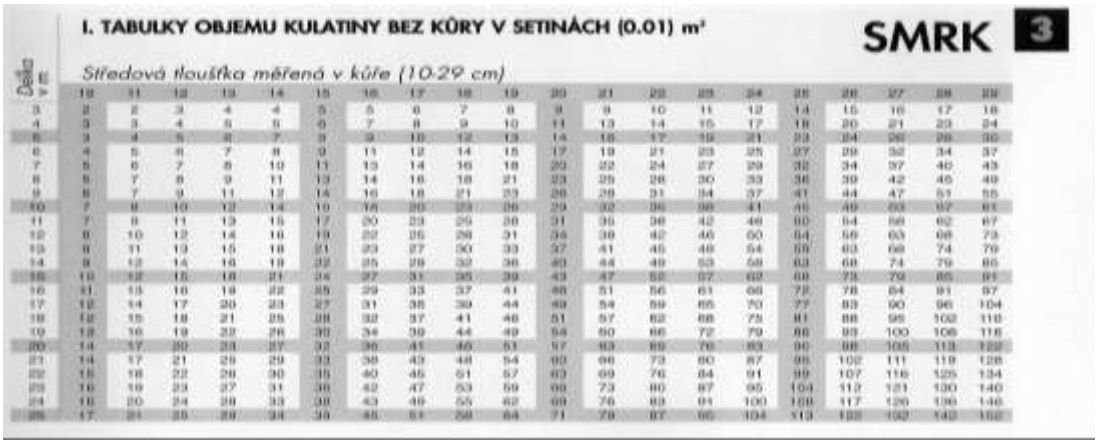
- objem výřezů z oddenkových částí Huberova metoda podhodnocuje - vypočítaný objem výřezů je nižší než objem skutečný
- při výpočtu objemu výřezů ze středních částí kmene jsou dle Huberovy metody kladné a záporné chyby stejně početné
- při výpočtu objemu vrškových výřezů podle Huberova vzorce dochází převážně (v 90 %) k nadhodnocení objemu - vypočítaný objem je větší než objem skutečný
- při výpočtu objemu surových kmenů v celých délkách převažují při použití Huberova vzorce chyby kladné - vypočítaný objem je větší než objem skutečný.

Při příjmu dříví ve formě krácených surových kmenů tedy nedochází k rozdílům u evidovaného objemu dříví jen u spodních částí kmenů (hotových kulatinových výřezů), zatímco při manipulaci špiček a nekrácených tenkých surových kmenů dochází k rozdílům, které se projeví jako **manipulační ztráty**.

Objem dlouhého dříví se v provozní praxi obvykle zjišťuje pomocí krychlících tabulek na základě jmenovité délky a středové (čepové) tloušťky výřezu bez kůry. Používají se různé tabulky, vycházející z tabulek v českých státních normách:

- ČSN 48 0007 Tabulky objemu kulatiny podle středové tloušťky
- ČSN 48 0008 Tabulky objemu výřezů podle čepové tloušťky
- ČSN 48 0009 Tabulky objemu kulatiny bez kůry, podle středové tloušťky měřené v kůře.

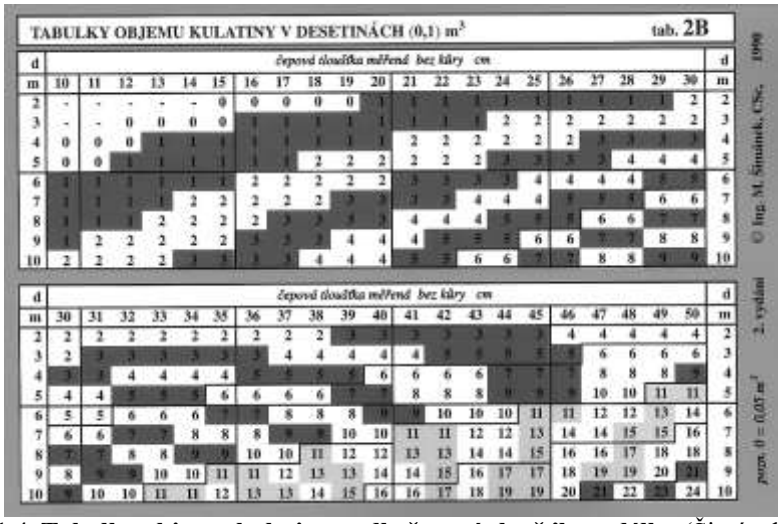
Příklad tabulky objemů dlouhého dříví **podle délky a středové tloušťky** je uveden v Tab. 11..3. Tabulky objemů výřezů **podle čepové tloušťky a délky** (příklad viz Tab. 11..4.) jsou výhodné na skládkách, např. při kontrolách, kdy není nutno skládky rozvalovat za účelem zjištění středové tloušťky výřezů. Čepová tloušťka se při ručním měření měří ve vzdálenosti do 10 cm od slabšího konce výřezu (tj. čepu). Při elektronickém měření se čepová tloušťka stanoví jako aritmetický průměr z nejméně čtyřech tlouštěk naměřených v úseku 0 až 20 cm od čepu.



I. TABULKY OBJEMU KULATINY BEZ KŮRY V SETINÁCH (0.01) m³ — SMRK 3

Středová tloušťka měřená v kůře (10-29 cm)

Tab. 11..3. Tabulky objemu kulatiny podle středové tloušťky a délky (Lesnická Práce, 2002)



TABULKY OBJEMU KULATINY V DESETINÁCH (0,1) m³ — tab. 2B

Čepová tloušťka měřená bez kůry cm

Tab. 11.4. Tabulky objemu kulatiny podle čepové tloušťky a délky (Šimánek, 1990)

Teplická metoda zjišťování objemu dlouhého dříví reaguje na to, že kubírování dříví je pracné, a na něm založená evidence dříví též, vyvinuly se jednodušší metody. Nejčastěji se používá pro příjem surových kmenů, tj. polotovarů, které budou následně druhovány na sortimenty uvnitř téhož subjektu teplická metoda. Její princip spočívá v evidování objemu kusu zaokrouhleného na jedno desetinné místo. Evidování dalších údajů (délky, středové tloušťky a pořadového čísla) odpadá.

Rovnané sortimenty (někdy i krátké výřezy) se měří a přijímají v prm, které se přepočítávají na m^3 dříví bez kůry pomocí **převodních čísel**, na jejichž velikost má vliv dřevina, tloušťka kůry, tloušťka a křivost polen i kvalita jejich opracování, počet polen v jednotce prostorového objemu a způsob rovnání do hráně. Nedostatkem celostátně platných převodních čísel je, že představují průměr pro určitý sortiment, a nemusí přesně odpovídat každému případu.

Délka	Středová tloušťka	SM, JD	BO, MD	BK	DB	BR
1 m	polena	0,60-0,65	0,60-0,65	0,54-0,60	0,54-0,60	0,54-0,60
2 m	polena	0,63-0,67	0,61-0,64	0,56-0,60	0,54-0,59	0,54-0,60
2,5 – 3 m	polena	0,58-0,66	0,57-0,66	0,54-0,66	0,53-0,58	0,53-0,59
3,1 – 6 m	13-19 cm	0,60-0,64	0,59-0,63	0,53-0,59	0,51-0,58	0,53-0,59
3,1 – 6 m	20 -38 cm	0,62-0,66	0,62-0,67	měří se dle ČSN 48 009		
3,1 – 6 m	+ 38	měří se dle ČSN 48 009				

Tab. 11.5. Převodní čísla (převodní koeficienty, redukční faktory) pro rovnané dříví (Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví, 2008)

Za tyčovinu jsou považovány tenké kmeny v celých délkách s tloušťkou nejvýše 13 cm s kůrou (měřeno 1 m od tlustého konce), opracované do 2 cm na tenkém konci. Podle tloušťky a délky rozeznáváme **tyče a tyčky**, kdy při jejich příjmu do evidence je každému kusu přiřazován tabulkový objem v m^3.

Tyčky jehličnaté				Tyčky listnaté			
Třída	Tloušťka s kůrou	Délka	Objem 100 ks	Třída	Tloušťka s kůrou	Délka	Objem 100 ks
1	max. 3 cm	2 m a více	0,15 m^3	1	max. 3 cm	-	0,30 m^3
2	4 - 6 cm	3 - 4 m	0,35 m^3	2	4 - 5 cm	-	0,70 m^3
3	4 - 6 cm	4,1 - 8 m	0,85 m^3	3	6 cm	-	1,05 m^3

Tyče jehličnaté				Tyče listnaté			
Třída	Tloušťka s kůrou	Délka	Objem 100 ks	Třída	Tloušťka s kůrou	Délka	Objem 100 ks
1	7 - 8 cm	6 m a více	1,85 m^3	1	7 - 8 cm	5 m a více	2,00 m^3
2	9 - 10 cm	8 m a více	3,35 m^3	2	9 – 10 cm	7 m a více	3,50 m^3
3	11 - 13 cm	9 - 12 m	5,00 m^3	3	11 - 13 cm	9 m a více	6,10 m^3
4	11 - 13 cm	12,1 - 15 m	7,35 m^3	4	12 – 13 cm	12,1 – 15 m	7,35 m^3

Tab. 11.3. Přepočet objemu tyčí a tyček podle průměrné hmotnatosti jednoho kusu

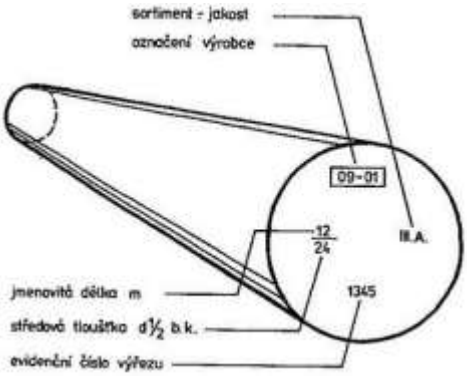
Lesní štěpky jsou dezintegrovaným dřívím z klestu, prořezávkového materiálu, celých stromů, neodvětvených vrcholků stromů, tlustších listnatých větví i odřezků dříví vznikajících při druhování dříví. Dodávat se mohou v m^3, prm i na váhu. Protože se v ČR evidují dodávky dříví v m^3 bez kůry, vypočítává se u štěpek tento údaj z prostorového objemu štěpek s kůrou vynásobením převodním číslem.

11.7. Evidence surového dříví

Surové dříví je produktem i zbožím, a proto je nutné jeho výrobu a pohyb evidovat. Evidence dříví poskytuje podklady pro odměňování, řízení výroby a prodeje, fakturaci dodávek, inventury, úvěrování zásob a v hospodářské úpravě lesa ke zjišťování produktivnosti porostů. Při popisu jednotlivých sortimentů surového dříví se musí používat jednotná terminologie a vyrobené dříví normalizovaným způsobem měřit a zjišťovat jeho objem. Evidence dříví v ČR udává objem **kulatinových výřezů** v m^3 s přesností na dvě desetinná místa. Zjišťuje se pomocí **krychlících tabulek** podle jmenovité délky a středové tloušťky výřezu bez kůry (b. k.). **Rovnané sortimenty** (krátké výřezy stejných délek a nově u některých subjektů i kulatina zpracovaná harvestorovou technologií) jsou obvykle evidovány v **prostorových metrech - prm**, zjišťovaných v hráních podle délky výřezů a šířky a výšky hráně. **Přepočet prm na m^3** se provádí vynásobením **převodními čísly** (**redukčními faktory**), což jsou nepojmenovaná čísla, vyjadřující podíl objemu dříví na 1m^3 celkového objemu hráně. U **tyčí a tyček** se objem zjišťuje **měřením objemu ve skupinách**, tj. podle počtu kusů a normou stanoveného fixního objemu jedné tyče nebo tyčky příslušné třídy. Tloušťka tyčí a tyček se přitom zjišťuje 1m od tlustého konce. U **štěpek** se vychází ze sypného (prostorového) objemu v prm (užívá se i zkratka **m^3 p.o.** = m^3 prostorového objemu), ale používá se i evidence v jednotkách hmotnosti – tunách (jak zelené báze, tak i sušiny).

Dříví je hlavním výrobkem lesního hospodářství, proto jsou všechny výřezy a hráně vyrobeného dříví označovány a evidovány tak, aby nedocházelo k záměnám. Při **číslování** jsou výřezy a hráně označovány čísly, vyraženými číslovačkou na čela dlouhého dříví a povytažená polena (tzv. číslovníky) hrání. Protože je číslování číslovačkou namáhavé a vyražená čísla nezajišťují dobrou čitelnost, používá se i označení štítky z plastu. Na nich uvedené označení výrobce nahrazuje cejch, a někdy použitý čárový kód umožňuje přenos evidence dříví až do pilnice. Současně s číslováním je dříví přijímáno do prvotní evidence. Čela výřezů, resp. číslovníky se opatřují identifikačními údaji: označení výrobce - cejch, pořadové číslo výřezu (hráně), délka výřezu v m a středová tloušťka v cm b. k. (nevyznačuje se u rovnaných sortimentů), označení sortimentu a jakosti. Při **příjmu dříví** se tytéž údaje zapisují do prvotního dokladu o výrobě, kterým je **číselník pro dlouhé (rovnané) dříví**, ve kterém se doplňují údajem o druhu těžby, dřevině a objemu v m^3 nebo prm. U tyčí a tyček se čelo označuje číslem třídy, a v číselníku se k předepsané třídě zaznamenává počet kusů. Číselník je nejen prvotním dokladem o výrobě dříví, ale vyškrtáváním jednotlivých lokalit slouží k evidenci pohybu dříví od pařezu (P), přes vývozní místo (VM) na odvozní místo (OM), resp. až na expediční sklad (ES). Tato evidence slouží k sestavení **výkazu skladu dříví**. Protože je evidence dříví v číselnících pracná a dochází při ní k chybám, používá se i evidence pomocí terénních elektronických záznamníků

dat (např. Latschbacher a Psion), umožňujících přenos dat do počítače i tisk dokladů v terénu. Nově se k tomuto účelu používají aplikace instalované do chytrých telefonů.



Obr. 11.2. Vzorové označení čela kulatiny **Obr. 11.3. Plastové štítky**

Protože je příjem dříví klasickými postupy pracný, byly vyvinuty jednodušší metody. Nejčastěji se používá **metoda hmotových čísel**, tzv. **teplická metoda**, jejímž základem jsou krychlící tabulky, ve kterých je objem dříví zaokrouhlen na jedno desetinné místo (číslo 3 na čele kusu znamená objem 0,3 m^3), a evidence délky, středové tloušťky a pořadového čísla odpadá. Tato metoda dostatečně přesně eviduje objem dříví, ale nevylučuje záměnu výřezů a neumožňuje provést inventuru zásob dříví jinak, než opakovaným příjmem. Používá se pro příjem surových kmenů, které jsou dále druhovány na sortimenty přijímané klasickým způsobem, a při prodeji dříví je možné ji použít jen s výslovným souhlasem odběratele. Zjišťovat množství vyrobeného či dodaného dříví lze i **vážením**, **zjišťováním prostorového objemu celého nákladu na dopravním prostředku**; **průběžným krychlením počítačem** (u procesorů a harvestorů, resp. až v pilnici, kdy se snímá délka a tloušťka výřezů); **kusovou evidencí** (podle průměrné hmotnatosti) a podle objemových tabulek pro zjišťování **objemu hroubí stojících stromů**. Při **hmotnostní přejímce dříví**, vzniklé pro vyloučení nesrovnalostí mezi měřením prostorového objemu dodávky u dodavatele a odběratele (setřesením nákladu), a pro přesnější zjišťování množství dříví dodaného v nestandardních délkách, je předmětem dodávky hmotnost suchého dříví – **Atro-metoda**, nebo hmotnost dříví v čerstvém stavu – **Lutro-metoda**. Objem dodaného dříví není předmětem předávky. Hmotnost dodávky v čerstvém stavu (Lutro) se zjišťuje jako rozdíl hrubé hmotnosti při příjezdu k odběrateli (hmotnost vozidla včetně nákladu) a hmotnosti tára (hmotnost vozidla po vyložení nákladu). Mostní váha nesmí mít menší dílek stupnice než 50 kg. Při přejímce metodou Atro je z každého analytického vzorku odebraného v čerstvém stavu, a jeho hmotnosti v čerstvém a suchém stavu, zjištěn podíl sušiny. (Metodika odběru směsného vzorku i podmínky laboratorního procesu jsou popsány v Doporučených pravidlech pro měření a třídění dříví 2008. Z podílu sušiny a hmotnosti dodávky v čerstvém stavu se vypočítá suchá hmotnost (Atro hmotnost – hmotnost sušiny) dodávky. **Podíl sušiny w_s** se zjistí ze vztahu

$$w_s = \frac{m_0}{m_w}$$

kde je m_w *hmotnost směsného vzorku v čerstvém stavu (kg)*
m_0 *hmotnost směsného vzorku v suchém stavu (kg)*
w_s *hodnota podílu sušiny*

Suchá hmotnost dodávky G_0 (Atro hmotnost) se vypočítá jako součin hmotnosti dodávky v čerstvém stavu a podílu sušiny

$$G_0 = G_u \times W_s$$

kde je G_0 *suchá hmotnost dodávky (Atro hmotnost)*
G_u *hmotnost dodávky v čerstvém stavu (Lutro hmotnost)*

Celý proces zjišťování suché hmotnosti nákladu musí provádět kvalifikovaná osoba , která je systémově kontrolována a výsledkem příjmu dříví metodou Atro je protokol o příjmu dříví (dodávky). Pro lesní hospodářskou evidenci a evidenci vyrobeného dříví potřebuje dodavatel dříví znát objem dodávky v m^3, který si musí vypočítat zpětným přepočtem. Vzhledem k tomu, že měrné hmotnosti

dříví výrazně kolísají podle růstových poměrů, dochází i k velkým rozdílům v evidovaném množství dříví, který bývá předmětem dotazů finančních úřadů.

11.8. Obchod dřívím

Rozhodující podíl tržeb v lesním hospodářství ČR (cca 80 %) je tvořen tržbami za dříví. Proto je nutné považovat **prodej dříví** za velice důležitou aktivitu, vyžadující znalost trhu tuzemského i zahraničního; znalost zpracovatelských technologií; znalost aktuálních cen dříví i výrobků z něj; preciznost druhování dříví; schopnost odhadu vlastních možností dodávek v budoucnu (sortimentace těžebního fondu); schopnost pružné reakce (tj. rychlé výroby či dodávek dříví ze zásob); dovednost udržet dobré zákazníky a reakce na méně obvyklé způsoby prodeje (komoditní burza, aukce). Specialistu – obchodníka, proto mohou zaměstnávat jen velké subjekty. Pro drobné vlastníky lesa je schůdnější prodej dříví přes obchodní firmy, pokud smluvně odeberou veškeré vyrobené dříví. I drobný vlastník totiž dokáže slušně prodat vyhledávané sortimenty, ale o to větší potíže mívá s prodejem sortimentů méně žádaných.

Dlouhé skladování dříví vede k jeho menšímu či většímu znehodnocování, a navíc váže vynaloženou práci a finanční prostředky. Výše nezbytných zásob dříví přímo závisí na skladbě zásob podle lokalit, a schopnosti rychlého přesunu mezi nimi, protože pro plynulost dodávek dříví na trh nejsou lokality rovnocenné. Obecně lze konstatovat, že čím menší objem zásob dříví – tím lépe. Obvykle by měla postačit nejvýše měsíční výroba na zásobě! Nejmenší požadavek na objem zásob mají kontinuální technologie těžby a dopravy dříví, při kterých se první mezioperační zásoba vytváří až na odvozním místě. V praxi se pro délku období od chvíle pokácení do chvíle dodání dříví zažil termín obrátkovost zásob. Obrátkovost zásob bývá velmi často významným hodnotícím kritériem THP.

Hospodářské smlouvy je vhodné uzavírat na všechny dodávky, a pečlivost jejich zpracování by měla být tím vyšší, čím horší zkušenost s odběratelem existuje. Hospodářské smlouvy by měly obsahovat: množství dříví; sortiment požadovaný odběratelem; dřevinu (dřeviny, skupinu dřevin); dimenze (zejména minimální, ale i maximální přípustné rozměry); jakost; stupeň odkornění; dodací lhůtu (případně časové rozvržení dodávek do období); místo plnění; způsob měření; tolerance; způsob přejímky; cenu; způsob dopravy (ložení, u dodávek do zahraničí i hraniční přechod); způsob úhrady dopravy; zvláštní požadavky odběratele (třídění); způsob řešení reklamací.

Reklamace je podle obecně platných právních předpisů možná do 15 dnů, s výjimkou skrytých vad (střepiny). Nesrovnalosti v sortimentu, množství a jakosti je povinen odběratel reklamovat ihned. Reklamovaná zásilka musí být do vyřešení reklamace uložena zvlášť (dodavatel musí do 15 dnů oznámit, zda reklamaci přijímá).

Prodej dřeva „při pni“.

Prodej dřeva „při pni“ znamená prodej dřeva ze stojících stromů určených k vytěžení. Jedná se o prodej specifické komodity tj. dřeva stromů doposud rostoucích v lesních porostech, cestou obchodní veřejné soutěže. V průběhu konání obchodní veřejné soutěže spolu účastníci soutěží o právo těžby dřeva na předem definovaném lesním pozemku za předem stanovených podmínek. Právo těžit dřevo získá ten zájemce, který jako první akceptuje aktuálně platnou cenovou nabídku předloženou prodávajícím. V současné době je tento druh prodeje dříví charakteristický zejména pro dříví z porostů ve vlastnictví státu, zejména spravovaných státním podnikem Lesy České republiky. Rámcový postup při tomto druhu prodeje, realizovaném formou aukce, je uveden mj. na webových stránkách firmy IFER – MMS s.r.o. (www.aukcedrivinapni.cz). Jednotlivé kroky postupu prodeje dřeva jsou (zpracováno dle výše uvedené webové stránky):

1. **Seznámení s nabídkou prodejních jednotek**. Pro získání podrobných údajů k jednotlivým prodejním jednotkám je třeba registrace. V nabídkovém listě jsou uvedeny podrobné taxační a popisné údaje, jakož i mapa s umístěním těžebních jednotek, přibližovacích cest a odvozních míst. K dispozici je i veškerá dokumentace smluvní povahy, která se váže ke konkrétní prodejní jednotce.
2. **Fyzická prohlídka prodejní jednotky**. V nabídkovém listu je vždy uveřejněn termín, místo, čas a kontaktní osoba, která podá potřebné informace. Stromy určené k těžbě jsou viditelně

označeny cejchem ve výčetní výšce a na kořenovém náběhu. V případě výběrných těžeb se takto označují všechny stromy určené k těžbě, v případě holých sečí pouze její krajní stromy.

3. **Zásoba a počet stromů v prodejní jednotce**. **Garantovanou veličinou** pro prodejní jednotku **je celkový počet stromů** s tloušťkou nad 7 cm s kůrou. Zásoba je pouze orientační, neboť se u ní nedá garantovat 100 % přesnost a nezohledňuje ztráty v procesu těžby a dopravy dřeva. Jedná se o zásobu hroubí stromů s výčetní tloušťkou nad 7 cm. V naprosté většině je zásoba uváděna v m3 bez kůry. Je si třeba uvědomit, že prodávající nenabízí hotový výrobek, ale surovinu.
4. **Vlastní prodejní den**. Účastník se musí registrovat. Poté je vpuštěn do aukční místnosti a obdrží své soutěžní číslo. Účast v soutěži není nijak zpoplatněna. Vlastní veřejné jednání o ceně probíhá tak, že vedoucí jednání oznámí zúčastněným, o kterou prodejní jednotku se soutěží a stručně ji představí. Poté je oznámena vyvolávací cena, která bude postupně snižována dle pravidel tzv. holandské dražby. První zájemce, který akceptuje nabídnutou cenu zvednutím svého soutěžního čísla se stává vítězem soutěže a je povinen uzavřít smlouvu na koupi nabízené prodejní jednotky. Pokud se žádný zájemce nepřihlásí do úrovně limitní ceny (tu zná předem pouze prodávající), je prodejní jednotka stažena z nabídky a vedoucí jednání přejde k další prodejní jednotce.
5. **Podpis smlouvy**. V prodejní den musí být podepsána kupní smlouva mezi prodávajícím a kupujícím.
6. **Zaplacení kupní ceny** a zálohy dle platebních podmínek.
7. **Předání a převzetí pracoviště**. Před vlastním zahájením těžby je nutné převzít pracoviště prodejních resp. těžebních jednotek od prodávajícího. Zde se popíše stav pracoviště před zahájenou těžbou.
8. **Vydání povolení k těžbě**. Povolení k těžbě bude vydáno prodávajícím v ten okamžik, až bude na účet prodávajícího složena splatná část kupní ceny.
9. **Provedení těžby a odvozu dřeva**. Odehrává se v režii kupujícího, ale v rámci podmínek, které byly prodávajícím stanoveny v nabídkovém listu prodejní jednotky, resp. kupní smlouvy.
10. **Úklid** klestu, provedení asanačních prací, předání pracoviště.
11. **Propuštění z těžby**. Pokud bylo pracoviště prodávajícím převzato, je kupující propuštěn z těžby a tím končí jejich smluvní vztah.

11.9. Fytokaranténní opatření při vývozu a dovozu dříví

Při mezinárodním obchodu dřívím je smyslem fytokaranténních opatření zamezit šíření škůdců a chorob lesních dřevin zavlečením prodávaným dřívím. Podle mezinárodních uzancí vybavuje prodávající zásilku dříví rostlinolékařským osvědčením, což je mezinárodně platný doklad, potvrzující, že zásilka byla ve vývozní zemi zkontrolována pověřeným úřadem a byla shledána prostou karanténních škodlivých organismů. V České republice je takovým úřadem Státní rostlinolékařská správa se sídlem v Brně a její Oblastní odbory. Karanténní opatření se vztahují na veškeré dříví v zásilce, tedy i na proklady! Přijímající stát má právo kontrolovat prostřednictvím své autorizované rostlinolékařské služby, zda předmět vývozu odpovídá rostlinolékařskému osvědčení, a zda byly dodrženy všechny karanténní podmínky. V případech, že tomu tak není, může být zásilka vrácena, nebo ošetřena na náklady odesílatele, a v krajním případě může být nařízeno i její spálení. Zvláště přísné karanténní podmínky platí v rámci Evropské unie při dovozu dříví do tzv. chráněných zón, což jsou podle terminologie EU oblasti, ve kterých se konkrétní škůdci nebo choroby rostlin nevyskytují, ačkoliv v nich mají podmínky pro usídlení. Dříví a výrobky z něj, dovážené do těchto oblastí musí být nejen vybaveno rostlinolékařským osvědčením potvrzujícím, že vyjmenované druhy škodlivých organismů zásilka neobsahuje, ale navíc musí být splněna alespoň jedna z následujících podmínek: a) dřevo průkazně pochází z oblastí, ve kterých se nevyskytují druhy škůdců, proti nimž je chráněná zóna vytvořena; b) dřevo je zbaveno kůry; c) dřevo bylo v průběhu zpracování uměle vysušeno na vlhkost nižší než 20 % absolutní vlhkosti a je opatřeno mezinárodní značkou "KD" - kiln dried.

12. MECHANICKÉ DĚLENÍ DŘEVA

12.1. Základy teorie mechanického dělení dřeva

Mechanickým dělením dřeva se rozumí působení pracovních nástrojů na dřevo za účelem jeho opracování, při kterém se provádí zejména příčné a podélné rozdělení dřevěného celku na části (kmene stromu na výřezy, výřezů na řezivo, polen na štěpiny, řeziva na konstrukční díly), oddělení stromu od pařezu, větví od stromu, i obrobení dřevěných výrobků. Podrobně tuto problematiku zpracovali např. Štollmann a Mikleš (2000).

V lesnické výrobě se uplatňují jak principy třískového tak beztřískového dělení dřeva. Třískové řezání je realizováno u manuálních, částečně mechanizovaných i plně mechanizovaných těžebních prostředků, jako jsou ruční pily, přenosné motorové pily či motorové pily v krátících, kácecích nebo harvestorových hlavicích. U ručních pil se k třískovému řezání používají pilové listy s různým tvarem a broušením ozubení dle účelu použití. Přenosné motorové pily a krátící, kácecí nebo harvestorové hlavice využívají k třískovému dělení dřeva pilový článkový řetěz se specifickou geometrií zubu. Některé kácecí hlavice mohou být vybaveny i kotoučovou pilou.

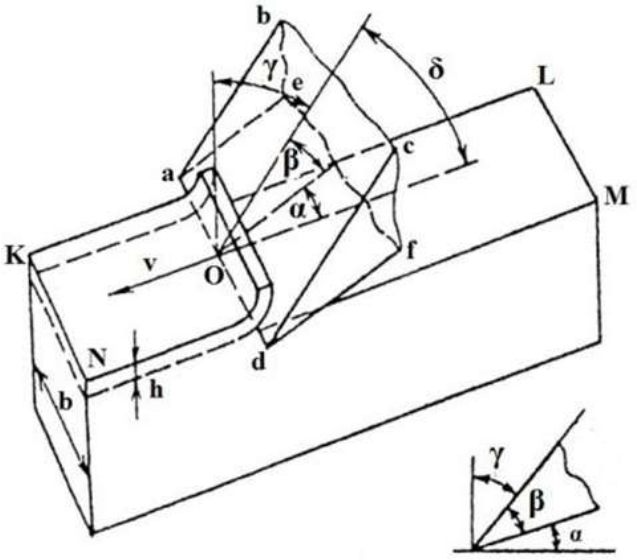
Při stanovení modelu řezání jednotlivých řezných hran je nezbytné rozlišovat, zda dochází k dělení dřeva v podélném, příčném či šikmém směru ve vztahu k ose dřevních vláken.

Při řezání přicházejí do styku kov a dřevo. Třením dvou těles pod tlakem vzniká teplo, jehož množství je závislé na vyvíjeném tlaku, druhu materiálů, drsnosti ploch, které se o sebe třou, rychlosti a době tření. Dřevo je špatný vodič tepla, z toho důvodu se teplota koncentruje v kontaktní části řezného klínu (do hloubky kontaktních ploch 0,5 mm je T=200/240 °C) (Lisičan 1996). Nepříznivé dopady vysokých teplot se projevují tepelnou dilatací nástroje a poklesem tvrdosti, otěruvzdornosti a tuhosti materiálu, ze kterého je nástroj zhotoven.

12.1.1. Teorie třískového dělení dřeva

Hlavním způsobem dělení dřeva v LH je **třískové dělení**, do kterého se řadí **třískové řezání**, **odírání** a za určitých podmínek i **sekání** (jestliže příčně přesekáváme silnější kus dříví). Méně časté je **dělení dřeva beztřískové**, ke kterému náleží nožové odvětvování, stříhání, podélné štípání a za určitých podmínek i sekání (přeseknutí tenkého kusu dřeva naráz jediným seknutím).

Základní vysvětlení procesů všech způsobů mechanického řezání dřeva poskytuje **teorie elementárního řezu** nožem tvaru klínu. Při elementárním řezání vniká nůž do dřeva a odebírá třísku stálé tloušťky, jejíž šířka je menší, než délka břitu. Nůž je tvaru klínu, jeho ostří (břit) je tvořeno hranou klínu kolmou na směr přímočarého rovnoměrného pohybu nože.

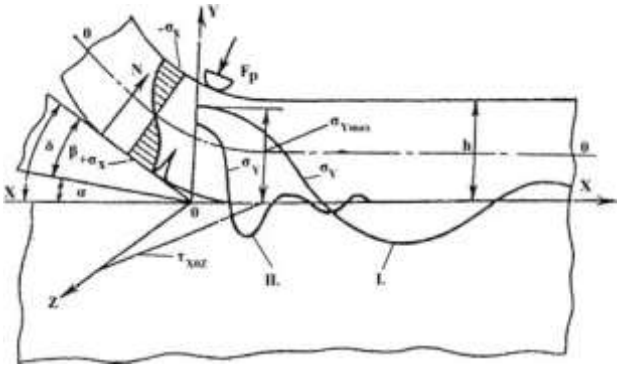


ad břit
abcd čelo
aefd hřbet
h tloušťka třísky
b šířka třísky
v řezná rychlost
KLMN rovina řezu
α úhel hřbetu
β úhel břitu
γ úhel čela
δ úhel řezu (α + β)

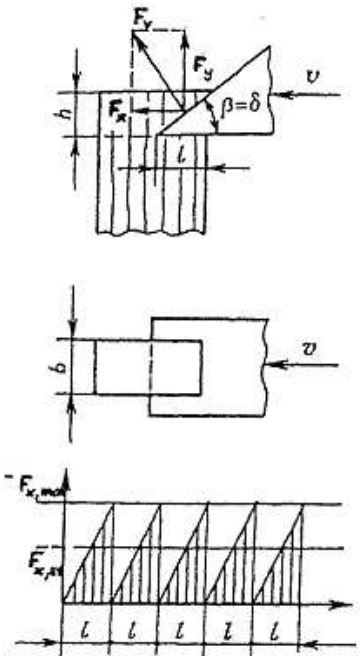
Obr. 12.1. Řez dřeva elementárním řezným klínem

Základní prvky nože jsou: *ad* – břit, *abcd* – čelo, *aefd* – hřbet, *h* – tloušťka odebírané třísky, *b* – šířka odebírané třísky, *v* – řezná rychlost (rychlost pohybu břitu po trajektorii řezu, nebo-li rychlost posuvu / podávání nože do řezu), *KLMN* – rovina řezu. Dalšími důležitými parametry klínu jsou **úhlové veličiny**, stanovující jeho tvar a postavení vůči rovině řezu: úhel sevřený rovinou řezu a jeho hřbetem je úhel hřbetu α, úhel sevřený hřbetem a čelem je úhel břitu β, úhel sevřený čelem a kolmicí ke směru řezání je úhel čela γ, součet úhlu hřbetu a úhlu břitu je úhel řezu δ; $\delta = \alpha+\beta$. Dalšími charakteristikami elementárního řezu je směr řezu vzhledem k vláknům dřeva (podél vláken, čelný, příčný a kombinovaný), tloušťka třísky *h*, šířka třísky *b*.

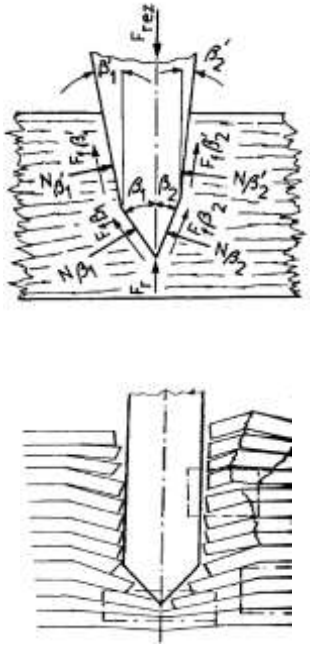
V případě elementárního řezu dřeva **podél vláken** (Obr. 12.1.) jsou fyzikální jevy, které při něm nastávají, poměrně složité. Výrazně se na této složitosti podílí nehomogenita dřeva, daná jeho přírodními vlastnostmi (vláknitou strukturou dřeva). V okamžiku vnikání klínu do dřeva přeřezává břit vlákna a čelo odtlačuje a ohýbá třísku od původního masivu dřeva. Ve dřevu nastávají složité napěťové stavy, vznikají napětí σ_x a σ_y podél os X a Y, jakož i dotykové napětí τ_{xoz} v rovině XOZ. Oddělování třísky a tvorba trhlin nastane, jakmile napětí σ_y dosáhne hranice meze pevnosti dřeva napříč vláken σ_p. Dochází k ohybu třísky, jestliže však napětí σ_x přesáhne hodnotu meze pevnosti dřeva naspodu třísky σ_{xp}, dochází k jejímu lomu. Průběh napětí σ_y nad a pod osou třísky od záporných, ke kladným hodnotám se mění, a i jeho velikost se mění (snižuje se) úměrně vzdálenosti od břitu směrem vpřed.



Obr. 12.1. Tvorba třísky při řezu podél vláken



Obr. 12.2.1.Čelní řez (střih) elementárním břitem



Obr. 12.2.2. Silové schéma a deformace vláken pod střihacím nožem

Ještě složitější jevy nastávají při **čelním řezu elementárním břitem** (Obr. 12.2.1.). Jedná se tedy o řez napříč vláken, který nastává např. při střihu. Při vnikání klínu do dřeva napříč vláken do hloubky l, tlačí břit na dřevo silou F_v, která je kolmá na plochu čela. Silová složka $\boldsymbol{F_x}$ (**řezná síla**) tlačí dřevo napříč vláken, složka F_y odsouvá úsek třísky ve směru podél vláken. Obě složky i výslednice sil F_v mění svou hodnotu od nuly, v okamžiku dotyku nástroje se dřevem, až na hodnotu maximální F_{vmax}, v okamžiku oddělení elementu třísky, kdy opět klesnou na nulu, a postup se opakuje.

Při kácení a odvětvování noži dochází k příčnému dělení dřeva (Obr. 12.2.2.). Dle síly nože a úhlu jeho ostří dochází k ohýbání vláken dřeva a k jeho namáhání na tah kolmo na vlákna. Při vnikání nože do dřeva tak vznikají v rovině řezu trhliny ve směru vláken. Součet svislých složek kolmých tlaků N a možných nerovností ve vodorovných složkách tlaků N způsobují vychýlení nože ze směru působení síly F_r, možnost jeho deformace a křivý řez. Proto je u plochých nožů potřebná dostatečná tloušťka, kterou je nezbytné zvyšovat i se zvětšováním průměru výřezu. Hloubka trhlin ve dřevě po stranách nože je při teplotě 0 °C běžně dvojnásobkem tloušťky nože, za mrazu se hloubka trhliny zvyšuje (Lisičan 1996).

$$F_{ymax} = \tau_s \,.\, b \,.\, h \qquad [N]$$

τ_s … mez pevnosti dřeva ve smyku (střihu) [Pa]

$$F_{xmax} = F_{ymax} \,.\, tg\ \alpha \qquad [N]$$

Za předpokladu lineárního růstu sil od nuly do maxima je střední hodnota síly *Fx*

$$F_{xst} = \frac{F_{\max}}{2} = \frac{\tau_s . tg}{2} .b.h \qquad [N]$$

Protože τ_s pro danou dřevinu je konstanta, pak při daném řezném úhlu δ je výraz $\tau_s \,.\, tg\delta/2$ také konstanta, kterou označíme $\boldsymbol{k_1}$ **… měrný řezný odpor dřeva** při čelním řezu [Pa].
Z toho vyplývá, že

$$F_{xst} = k_1 \,.\, b \,.\, h \qquad [N]$$

a práce na odřezání jednoho elementu třísky $A = F_{xst} \,.\, l$ [N.m = J]

a tedy výkon potřebný na řezání dřeva je $P_r = \frac{A}{t}$ [W]

t … čas řezu1elementu třísky [s]

protože poměr $l : t = v$

lze odvodit řezný výkon podél vláken $\boldsymbol{P_r = k_1 \,.\, b \,.\, h \,.\, v}$ [W]

Stanovení velikosti řezného výkonu (příkonu) pro všechny směry řezání je obdobné, v rovnici pro výkon je nutno použít příslušné hodnoty měrného řezného odporu pro daný směr řezu. Přitom **lze využít tabelární hodnoty koeficientů vlivů ve vztahu pro měrný řezný odpor *k***

$$\boldsymbol{k = k_0 \,.\, a_d \,.\, a_w \,.\, a_\delta \,.\, a_n \,.\, a_\rho \,.\, a_v \,.\, a_s} \qquad [Pa]$$

kde: k_0 … základní měrné odpory (MPa), řezání vysušené borovice (W = 15%) při definovaných podmínkách (δ = 45°, h =1mm, v =50-60 m/s), čelní řez: k_0 = 19,6 – 24,5 MPa, podélný řez: k_0 = 6,9 – 9,8 MPa, příčný řez: k_0 = 4,9 MPa, a_d … koef. vlivu dřeviny, a_w … koeficient vlivu vlhkosti dřeva, a_δ … koeficient vlivu řezného úhlu, a_n … koeficient vlivu tloušťky třísky, a_ρ … koeficient vlivu otupení břitu, a_v … koeficient vlivu řezné rychlosti, při v = 50-60m/s $\rightarrow a_v$=1, a_s … koeficient vlivu mrazu, nezmrzlé dřevo a_s=1, zmrzlé dřevo a_s=1,3 – 1,5.

Z uvedeného vztahu je zřejmé, že na velikost řezného odporu (řezné síly) v reálných podmínkách působí řada činitelů, které souvisí s tím, že dřevo je materiál nehomogenní, anizotropní, relativně měkký a pružný, že může mít různou vlhkost, může být zmrzlé atd. Dále velký vliv má i samotný řezný nástroj, ostrost jeho břitu, řezný úhel atd. Při skutečném řezání, vedle již zmíněných silových složek, působí některé další, tj. tření na čele a hřbetu břitu, tření pilového řetězu o vodicí lištu atd.

Technická řeznost *R* je vyjádřena jako poměr velikosti přeřezané plochy k délce času řezání

$$R = \frac{S}{T} \quad [\mathrm{m^2.s^{-1}}]$$

nebo také $R = l.v_p \quad [\mathrm{m^2.s^{-1}}]$

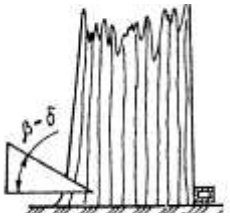
a **u vícebřitých nástrojů** (např. pilový řetěz) $R = \frac{h.v}{r} \quad [\mathrm{m^2.s^{-1}}]$

kde: S…plocha průřezu (m^2), t…čas přeřezání průřezu (s), l…délka řezné spáry (m), v_p…rychlost posuvu nože do řezu ($m.s^{-1}$), h…tloušťka třísky (m), v…řezná rychlost ($m.s^{-1}$), r…rozteč řezných zubů (m).

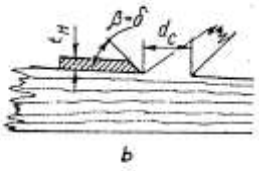
Hodnoty řeznosti při příčném přeřezávání kmenů dosahují u motorových pil 90 až 105 $cm^2.s^{-1}$ a řezací ústrojí harvestorových hlavic dosahují 250 - 300 $cm^2.s^{-1}$.

12.1.2. Teorie beztřískového dělení dřeva

Beztřískové řezání (dělení) dřeva se v lesnictví uskutečňuje např. při odřezávání větví stromů protahovacími odvětvovacími stroji a v harvestorových technologiích, kdy jsou pokácené stromy odvětveny harvestorovými hlavicemi. Princip beztřískového dělení je používán při zpracovávání tenkého dříví stříhacím a sekacím nářadím (nůžky, sekáčky, sekery). Taktéž je tento princip používán i v mechanismech některých konstrukcí hlavic harvestorů a kácečů pro oddělování stromu od pařezu střihem. V odvětvích zpracování dřeva se tento princip používá např. v dýhárenství. I v tomto případě lze silové poměry odvodit ze základních vztahů elementárního řezu – viz výše.

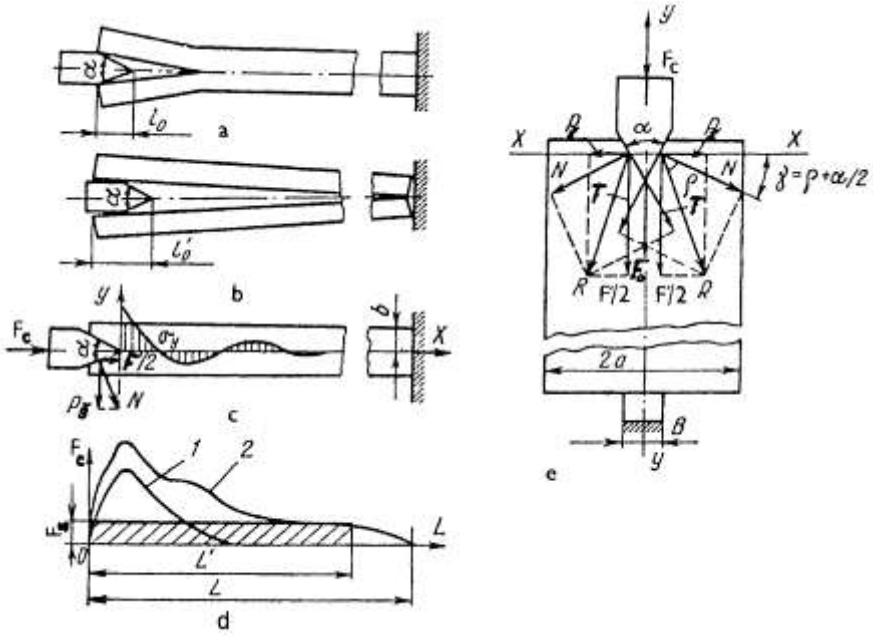


Obr. 12.3. Kácení stromu klínovým nožem



Obr. 12.4. Odřezávání větve plochým nožem

Štípání dřeva je taktéž způsobem beztřískového dělení dřeva a probíhá při vnikání klínu do dřeva v rovině rovnoběžné s jeho vlákny.



Obr. 12.5. Jevy související se štípáním

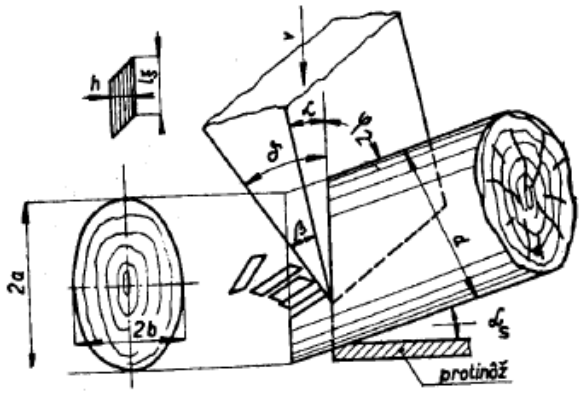
V procesu štípání je možno odlišit fáze:

a) klín je vtlačen do dřeva, přeřezává vlákna a stlačuje dřevo;
b) energie stlačení dřeva klínem překoná mez pevnosti dřeva při vniknutí klínu do vzdálenosti l_o, u břitu, a začíná oddělování vláken v příčném směru – štípání.

Hloubka vniknutí klínu do dřeva l_o závisí na úhlu břitu klínu

α = 30 – 60 ° $l_{o\,smrk,\ bor}$ = 0,08 až 0,1 L (přímá vlákna)
$l_{o\,smrk,\ bor}$ = 0,12 až 0,15 L (šikmá vlákna)
α = 15 ° $l_{o\,smrk,\ bor}$ = o 50 % větší oproti předchozímu

Štěpkování je způsob beztřískového dělení dřeva, kdy k oddělení jednotlivých elementů dochází buď usmýknutím po vláknech nebo odštěpem. Určujícím faktorem pro způsob tvorby štěpky je vzájemná poloha vláken dřeva a kolmé složky řezné síly čelní plochy nože na vlákna. U oddělení štěpky usmýknutím dochází v případech velkých hodnot úhlu φ_2, tj. když je φ_2 větší než úhel, který svírají vektor směru řezné rychlosti a vektor působení výsledné síly mezi čelní plochou nože a dřevem. K oddělení štěpky odštěpem dochází v opačném případě, tedy při nízkých hodnotách úhlu φ_2.

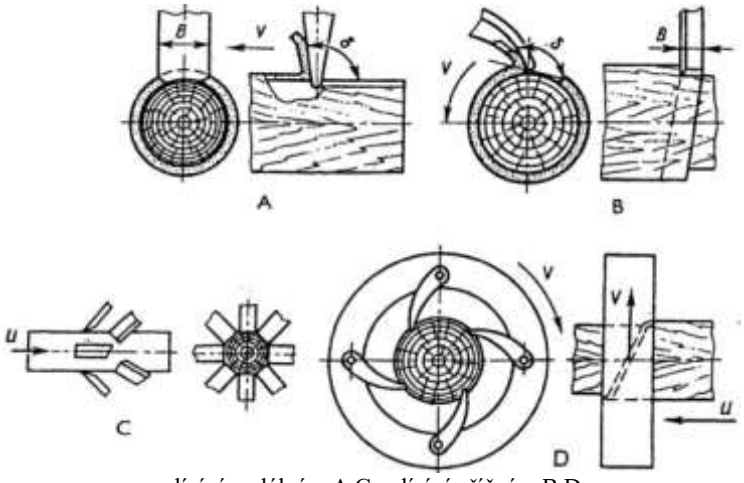


Obr. 12.6. Úhlové prvky procesu štěpkování

Délku vyrobené štěpky ovlivňují konstrukční charakteristiky štěpkovače (např. diskový, bubnový), je možné ji rovněž ovlivnit nastavením provozních parametrů stroje, jako jsou např. u bubnových štěpkovačů rychlost rotace podávacích válců, počet otáček štěpkovacího válce nebo nastavení úhlu protinože. Tloušťka štěpky nebývá přesně stanovena, je závislá na úhlu, pod kterým materiál vstupuje do štěpkovače, úhlu ostří nože a pevnosti dřeva ve smyku a v tahu.

12.1.3. Odírání

Odírání je způsob mechanického opracování dřeva tupými noži při řezném úhlu δ>π/2rad, který se využívá při strojovém odkorňování dřeva.



odírání podélné – A,C; odírání příčné – B,D.

Obr. 12.7. Příklady odírání kůry ze dřeva

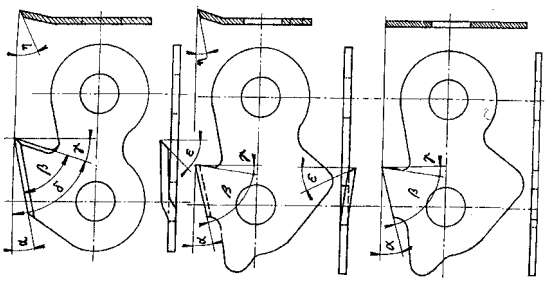
Druhy odírání jsou podélné (A,C), a příčné (B,D). Proces obrábění (odkorňování) výřezů nastává usmyknutím kůry ve vrstvě kambia nebo lýka, aniž by vlastní nástroj odkorňovacího stroje vnikal do dřeva. Při řešení procesu odírání může být použito více alternativ, jako základní rozlišení lze uvést odírání nepohybujícího se výřezu pohybujícím se nástrojem a odírání pohybujícího se výřezu nepohybujícím se nástrojem.

12.2. Mechanické dělení dřeva při lesnické výrobě

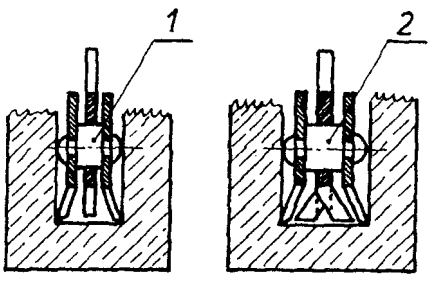
V provozní praxi se v lesnictví využívají ve větší či menší míře všechny výše uvedené principy mechanického dělení dřeva (charakteristika jednotlivých variant aplikace principů dělení dřeva – viz kap. 4.8.), největší význam ovšem tradičně zaujímá příčné dělení dřeva, při kterém se uplatňují **příčné třískové řezy**. Výčet mechanického dělení dřeva v lesnictví zahrnuje zejména tyto činnosti a principy:

- kácení stromů, přeřezávání kmenů, odřezávání větví – **třískové řezání dřeva napříč vláken**; používanými nástroji jsou: pilový řezací (hoblovací) řetěz vedený vodicí lištou, okružní pily, ruční listové pily různých druhů
- kácení stromů, příčné dělení (krácení) kmenů a výřezů, oddělování a krácení větví – beztřískové **dělení dřeva střihem napříč vláken**; používanými nástroji jsou: střihací ústrojí různých provedení, od ručního nářadí (nůžky) až po mechanicky či spíše hydraulicky poháněná střihací ústrojí těžebních strojů a procesorů (kap. 13.), protahovací odvětvovací nožová ústrojí
- podélné dělení výřezů beztřískovým způsobem **štípáním dřeva** podél vláken – pomocí štípacích seker – kalačů nebo ručním zarážením ocelových klínů (kap. 13.), či použitím štípacích strojů (kap. 4.8.)
- **podélné řezání výřezů** třískovým způsobem dělení dřeva – pomocí speciálně nabroušených pilových řezacích řetězů (viz kap. 13.), případně prostředků používaných v pilařské výrobě (viz kap. 12.3.)
- **štěpkování** dřeva štěpkovacími stroji (viz kap. 4.8.).

Konstrukce řezacích nástrojů používaných v lesnictví nejčastěji, tedy pilových řetězů, a rovněž i listových pil vychází z teorie uvedené v kap. 12.1. Pilové řetězy byly zpočátku konstruovány na bázi tzv. **řezacích (sekacích) článků** pilových řetězů (Obr. 12.8.). Tyto články jsou svým tvarem i způsobem řezání obdobné zubům listových pil (viz Obr. 12.9.). Řezací články na pilovém řetězu jsou trojího druhu: vyhnuté vlevo, vyhnuté vpravo a přímě. Tím je dosaženo potřebné šířky řezné spáry, která je u listových pil dosahována tzv. rozvodem pilových zubů. Pilové řetězy s řezacími články nemají žádné vymezení tloušťky odebírané třísky, proto jsou relativně razantní, ovšem zároveň velmi citlivé na nárůst potřeby příkonu při zvýšení přítlaku na přeřezávaný materiál. Další jejich nevýhodou je obtížnější ostření břitů, které je žádoucí provádět dílensky.



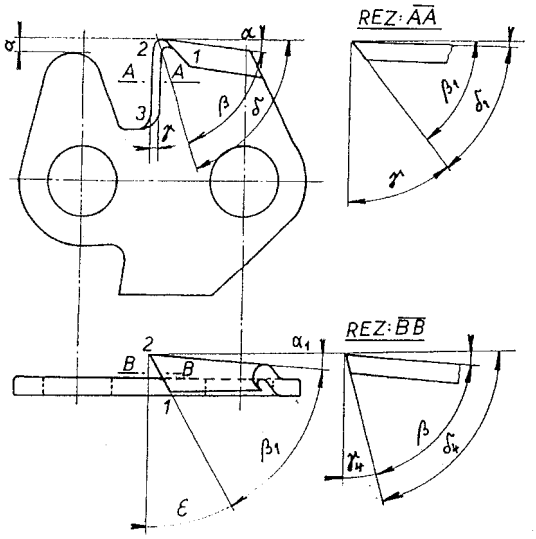
Obr. 12.8.1. Geometrie řezacích (sekacích) článků pilových řetězů



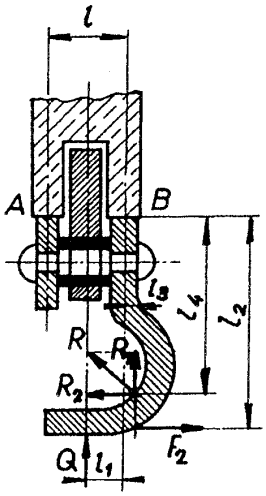
Obr. 12.8.2. Řezná spára vytvářená pilovými řetězy s řezacími zuby jednoduchými (1) a složenými (2)

V současnosti všeobecně známý princip tzv. **hoblovacích článků** pilových řetězů motorových řetězových pil byl vynalezen kanadským dřevorubcem Josephem Coxem (patent z roku 1950). Geometrie hoblovacího článku je zřejmá z obrázku 12.8. Na hoblovacím článku se nachází dva druhy břitů (hřbetní, oddělující třísku ode dne řezné spáry; čelní, oddělující třísku z boční strany). Významnou součástí článku je omezovací patka, která vymezuje tloušťku *a* odebírané třísky (ca 0,6

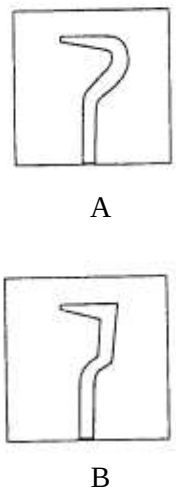
mm). Tím je zlepšena rovnoměrnost nároku na řezný příkon. Hoblovací články se na řetězu nacházejí v provedení levém a pravém – tím je zároveň vymezena šířka řezné spáry. Výhodou hoblovacích článků mj. je, že mohou být udržovány (tj. ostřeny a snižována výška omezovací patky) přímo na venkovním pracovišti. Podle tvaru rozlišujeme hoblovací články oblé a hranaté (Obr. 12.8.3.). Mezi těmito dvěma krajními provedeními existují přechodové tvary (např. články polodlátovité). Oblé články mají nižší řeznost, vyšší nároky na příkon a jsou odolnější proti opotřebení, hranaté články mají vyšší řeznost, menší nárok napříkon, ovšem snáze se poškodí např. řezem do kamínku zarostlého ve dřevě. Při ostření břitů je třeba dodržovat velikosti úhlů stanovené výrobcem, jedním ze základních úhlů je úhel ostření (ε), tj. odklon hřbetního břitu od kolmice k podélné ose řezu, který činí u oblých zubů 35 ° a u hranatých zubů 30 °.



12.9.1. Geometrie hoblovacího článku (pohled boční a půdorys)

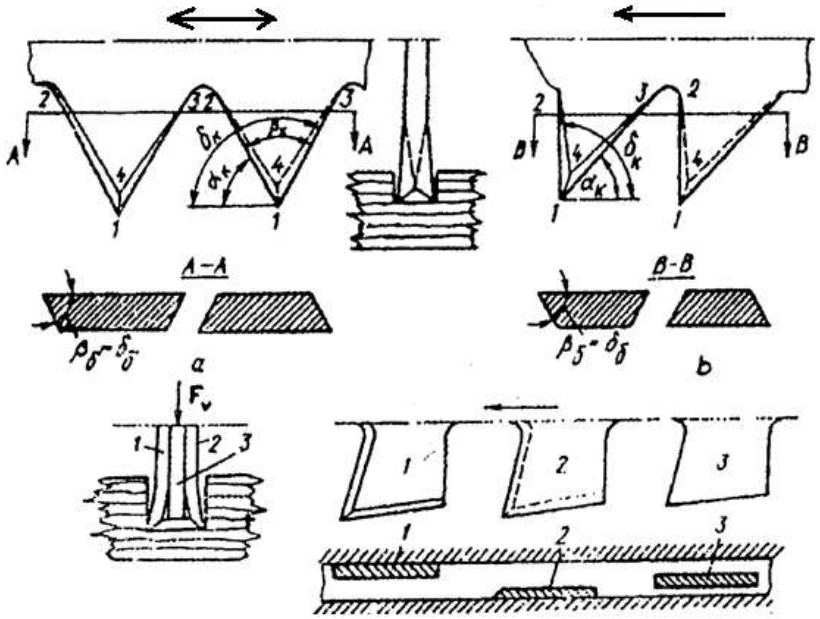


12.9.2. Příčný řez hoblovacím článkem



12.9.3. Článek oblý (A), hranatý (B)

Listové pily se rozlišují podle řady hledisek (např. ruční či strojní, napínané či nenapínané, obousměrné či jednosměrné, apod.)



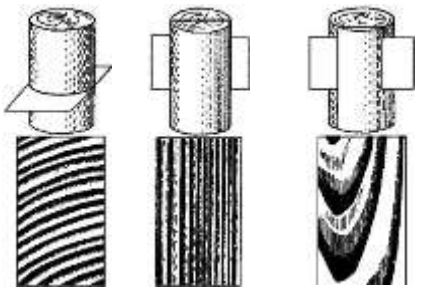
12.10. Ozubení pil: A – symetrické, B – asymetrické, *1, 3…řezací zuby, 2…vynášecí zuby, nahoře uprostřed – rozvod zubů*

Typické lesnické pily břichatky i obloukové pily jsou dvousměrné (dvojčinné), tzn. jejich pilové listy jsou opatřeny ozubením řezajícím v obou směrech pohybu. Na rozdíl od nich jsou dřevorubecké

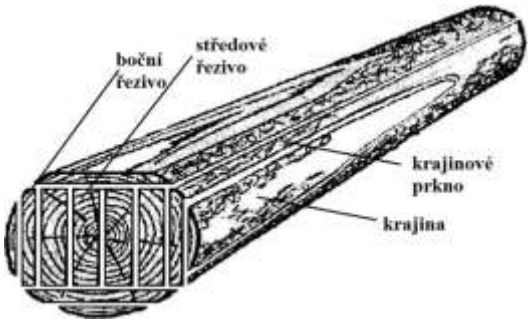
ocasky (prořezávací a vyvětvovací pily), pily jednosměrné (jednočinné), jejich ozubení tedy řeže jen v jednom směru pohybu, a to při tahu pily k sobě. U listových pil je používáno různé ozubení lišící se tvarem zubů, vzdáleností mezi nimi, tvarem dásen (prostorů pro vynášení pilin z řezu) a řešením případných hoblovacích zubů (trojúhelníkové nepřerušované, trojúhelníkové přerušované, korunkové, tvaru M, EIA, hoblovací, atd.). Proto je nutné se při broušení řídit doporučením výrobce týkajícího se geometrie řezací části (obvyklý úhel ostření je 55 º pro měkké a 60 º pro tvrdé dřevo. Aby nebyl pilový list svírán v řezu, musí být řezná spára širší než tloušťka listu. Proto musí být zuby rozvedeny, tj. vychýleny střídavě na obě strany. Do měkkého dřeva se dělá rozvod větší (0,3 až 0,35 mm), do dřeva tvrdého, zmrzlého a suchého menší (0,2 mm). Viz též Obr. 12.10.

12.3. Mechanické dělení dřeva při pilařské výrobě

Zatímco v lesnictví převládá příčné dělení dřeva, v pilařské výrobě převažuje **pořez**, což je podélné dělení výřezu kulatiny hlavním pilařským strojem. Výsledkem pořezu je surové neopracované řezivo, piliny a kusový odpad, případně štěpky. Pořez však není realizován jen podélným řezem, ale i řezy tangenciálními, a protože je kresba dřeva na tangenciálním řezu dekorativnější než na podélném, používají se pro získání některých druhů řeziva speciální pořezová schémata, která podíl tangenciálního řeziva maximalizují.

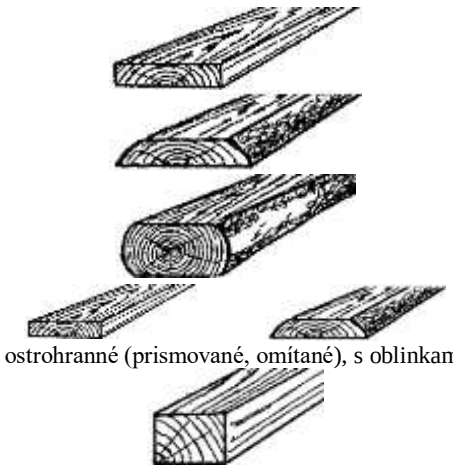


Obr. 12.11. Základní druhy řezu



Obr. 12.12. Druhy řeziva

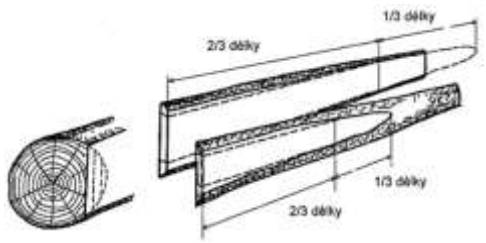
Středové řezivo je vyrobené ze středové části výřezu kulatiny; jeho příčné rozměry (**tloušťka** a **šířka**) odpovídají tloušťce čepu výřezu a jeho délka se rovná délce výřezu. **Boční řezivo** je vyrobené z vnější, sbíhavé části výřezu, proto je obvykle tenčí než řezivo středové a je užší. Velmi úzké konce bočního řeziva je nutné po pořezu **vykrátit** (odřezat v poměru cca 2:1), proto je délka bočního řeziva kratší, než délka výřezu. Je-li boční řezivo po vykrácení kratší, než nejmenší standardní délka řeziva (3 m), nazývá se **kratina**. Boky řeziva mohou být tvořeny oblinkami, které se mohou odstraňovat **omítáním**. **Krajiny** jsou boční, sbíhavou částí výřezu, ze které není možné vyrobit ani kratinu. Krajina má vnější plochu oblou, nebo jen zčásti řezanou. Je-li vnější plocha po celé délce řezaná (pilou dotčená), jedná se o **krajinové prkno**.



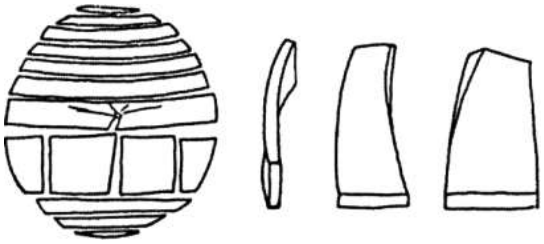
ostrohranné (prismované, omítané), s oblinkami

ostrohranné řezivo
vzniká prismováním
nebo omítáním řeziva s oblinkami
řezivo s oblinkami (v celé délce neomítané)
vzniká pořezem na ostro
nebo jde o část bočního řeziva
polohraněné řezivo (šířka je nejméně 2/3 tloušťky)
vzniká prismováním
polštář - tloušťka do 100 mm
trám - tloušťka více než 100 mm
deskové řezivo (šířka je nejméně dvojnásobkem tloušťky)
prkna - do tloušťky 38 mm
fošny - tloušťka 40 mm a více
hraněné řezivo (šířka menší než dvojnásobek tloušťky)
lišty - příčný průřez méně než 10 cm^2
latě - příčný průřez 10-25 cm^2
hranolky - příčný průřez 25-100 cm^2
hranoly - příčný průřez více než 100 cm^2

Obr. 12.13. Názvy některých druhů řeziva podle tvaru a rozměrů



Obr. 12.14. Modelové vykracování bočního řeziva



Obr. 12.15. Rozměrové a tvarové změny při vysychání dřeva

Nominální rozměry řeziva (délka, šířka, tloušťka) se udávají při vlhkosti 20 %, ale protože se většinou řeže čerstvé dříví, musí být **řezané rozměry řeziva** větší o **přídavek na sesychání**, případně ještě o **přídavek na opracování**. Oba tyto přídavky jsou obdobou nadměrků v lesnictví, a představují pro pilařský provoz ztrátu. Protože se dřevo z různých částí kmene sesychá jinak, jsou i přídavky diferencované podle místa ve kmeni, a protože řezivo při vysychání pracuje odlišně na své vnitřní i vnější ploše, rozlišuje se v dřevařské a truhlářské praxi **strana řeziva**. Vnější strana je **levá**, a vnitřní strana je **pravá**. Stanovení nominálních rozměrů řeziva je jednoznačné u ostrohranného řeziva, ale u deskového řeziva s oblinkami se u prken považuje za šířku šířka, měřená ve středu délky na vnější, tj. levé ploše, zatímco u fošen se za šířku považuje průměrná hodnota šířek, měřených ve středu délky fošny na vnitřní i vnější straně.

ostrohranné řezivo — prkno s oblinkami: šířka se rovná šířce měřené ve středu délky prkna na vnější (levé) ploše — fošna s oblinkami: šířka se rovná průměrné hodnotě ze šířek měřených na vnitřní a vnější ploše ve středu délky

Obr. 12.16. Nominální rozměry řeziva

Z principu pořezu je zřejmé, že čistě podélný řez je spíše výjimkou, a proto dřevařská praxe rozlišuje řezivo podle úhlu přeřezání letokruhů na **řezivo radiální**, **poloradiální** a **tangenciální**. Při stanovení míry radikálnosti (tangenciálnosti) se vychází z úhlu, který svírá tečna vedená k letokruhu 1/2 tloušťky, a v 1/4 šířky konkrétního kusu, s vnější plochou řeziva.

radiální, je-li α = 60-90° — poloradiální, je-li α = 30-60° — tangenciální, je-li α = 0-30°

Obr. 12.17. Míra radiálnosti řeziva

Způsob pořezu se volí podle požadovaného typu řeziva. Tradičními způsoby jsou pořez na ostro a prismováním; speciální způsoby umožňují získání většího podílu radiálního nebo tangenciálního řeziva.

Při **pořezu na ostro** se výřez rozřeže jen rovnoběžnými řezy, a vznikne tak veškeré řezivo s oblinami a různými šířkami. Středové řezivo tvoří obvykle fošny, a boční řezivo prkna o tloušťce 24, 22, a 18 mm. Tento pořez se volí u listnatých dřevin (u jehličnatých se téměř nepoužívá) v případě, kdy řezivo není finálním produktem, ale meziproduktem pro stavebně truhlářskou výrobu (výrobu přířezů). V té je možné využít i sbíhavou část řeziva, a zvýšit tak celkovou výtěž.

Při **pořezu prismováním** se výřez dvěma až šesti rovnoběžnými řezy rozdělí na boční, neomítnuté řezivo a středovou prismu. Ta se pootočí o 90° a znovu řeže kolmo na původní směr řezání. Druhý řez může být realizován na jiné pile, než na které byla vyříznuta prisma. Pokud se ale po vyřezání zásoby prisem změní závěs, a řeže se na téže pile, označuje se tento postup jako **zpátkování**. Druhým řezem vynikne další boční, neomítnuté řezivo a ostrohranné středové řezivo stejných šířek. Prismování je

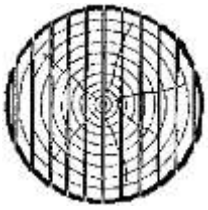
běžný typ pořezu jehličnatého dříví (u listnatého se používá při výrobě pražců) na rámových i pásových pilách.

Při **segmentovém pořezu** se výřez rovnoběžnými řezy rozřeže na neomítnuté středové řezivo, a boční části – segmenty, které se poté řežou kolmo na směr původního řezu. Získává se tím řezivo mimořádných šířek, a řezivo převážně radiální, u kterého jsou jen malé tvarové změny při vysychání.

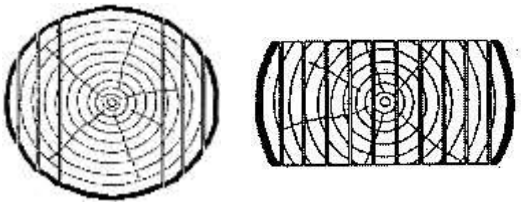
Při **čtvrtkovém pořezu** se výřez jedním radiálním řezem rozpůlí, a poté druhým, na něj kolmým rozčtvrtí. Každá čtvrtina se potom řeže rovnoběžnými řezy v radiálním směru. Používá se při výrobě ozvučných desek hudebních nástrojů, kdy není podstatná výtěž, ale jakost.

Při **kruhovém pořezu**, používaném jen u pásových pil, se jednotlivé kusy řeziva odřezávají postupně, vždy po otočení výřezu o 90°. Výsledkem je tangenciální řezivo, vhodné pro pohledové použití.

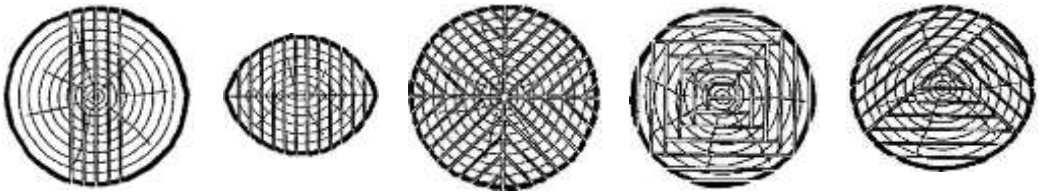
Výjimečně používaný **pořez Cantibay** je jednodušší modifikací kruhového pořezu, ale jeho jednoduchost je vykoupena menším podílem tangenciálního řeziva, a potřebou dodatečného omítání řeziva.



Obr. 12.18. Pořez na ostro



Obr. 12.19. Pořez prismováním



segmentový pořez — čtvrtkový pořez — kruhový pořez — pořez Cantibay

pořezy s převahou radiálního řeziva — pořezy s převahou tangenciálního řeziva

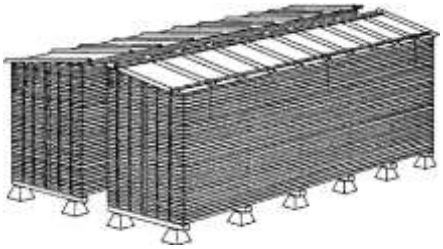
Obr. 12.20. Méně obvyklé pořezy

Základním údajem hospodárnosti pilařského provozu je **výtěž řeziva**, což je poměr objemu vyrobeného řeziva k objemu výřezů pro něj zpracovaných.

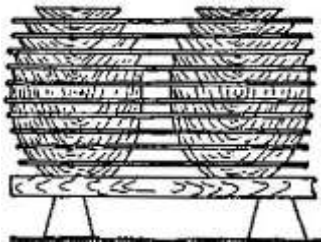
$$výtěž = \frac{objem\ řeziva}{objem\ výřezů} . 100 \quad [\%]$$

Při pořezu na ostro může být výtěž až 85 %, při běžných pořezech se však pohybuje mezi 60-65 %. **Jakostní výtěž řeziva** udává podíl jednotlivých jakostních tříd na celkové produkci, a zásadně závisí na jakosti kulatiny. Jakostní třída I. bývá zastoupena 18-40 %, II. 30-45 %, III. 20-35 % a IV. 3-10 %. Jakost řeziva se označuje barvou na balících, je-li v balíku více jakostí, pak na čele každého kusu. Výběrová jakost A se označuje bílou barvou, I. třída červenou, II. modrou, III. černou, IV. je bez označení, nebo je značená zeleně, a truhlářské řezivo je značeno žlutou barvou. **Délka jehličnatého řeziva** se obvykle pohybuje od 3 do 6 m, se stoupáním po 0,5 m. **Délka listnatého řeziva** je obvykle od 2,5 do 5,2 m, se stoupáním po 0,1 m. Do doby expedice se řezivo ukládá do proložených **hrání**, které jsou vždy jedné tloušťky a jedné dřeviny, a řezivo v nich se klade vždy pravou (vnitřní) stranou nahoru! (To není samoúčelný rituál, protože při vysychání se řezivo příčně prohýbá a vytváří korýtko, ve kterém by se při opačné poloze hromadila srážková voda). Mezi jednotlivými kusy řeziva se nechává boční odstup 2-5 cm, a jednotlivé vrstvy se oddělují proklady stejné tloušťky (18, nebo 24 mm), vzdálenými od sebe rovnoměrně 90-150 cm, které jsou v hráni přesně nad sebou. Výška hrání je obvykle do 150 cm. Je-li nutné ukládat do jedné hráně více délek řeziva, kladou se největší délky do spodních vrstev, a poté se postupně kladou délky kratší. Pro umělé sušení či dosoušení musí být rozměry hráně odpovídat rozměrům sušící komory. Řezivo nižší jakosti, nevyžadující další úpravy (třídění, kapování, balení), a určené k expedici v tzv. mokrém stavu, může být uloženo přímo do

balíků, ve kterých je řezivo uloženo bez mezer, a vrstvy nejsou vzájemně proloženy. V závislosti na výšce, je pro zvýšení stability balík proložen pouze 1 (až dvakrát). Vysoce kvalitní, především listnaté řezivo řezané na ostro v kůře se někdy ukládá (pro dražby) do tvaru původních výřezů **kmenováním**, neboli **boules**. I v tomto případě se ukládá pravou stranou nahoru.



Obr. 12.21. Dlouhodobé uložení řeziva



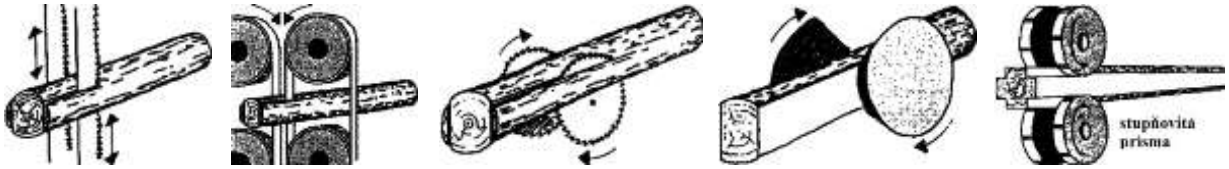
Obr. 12.22. Uložení řeziva kmenováním (boules)

Kapování řeziva je jeho zakrácení z obou čel (!) na přesnou délku (+ nadmíru), prováděné po vysušení. Provádí se buď jednotlivě dvoukotoučovou okružní pilou (postup pracnější, ale přesnější a s čistším řezem), nebo se kapují celé balíky řetězovou pilou naráz.

V mezinárodním obchodu dřívím se řezivo třídí podle evropských uzancí, u jehličnatého řeziva se lze setkat s označením jakosti

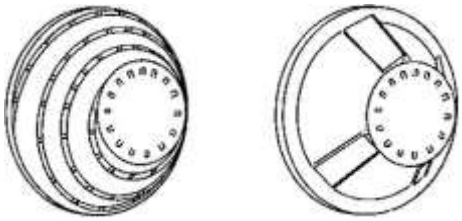
- Lose ware – což je nejvyšší jakost, odpovídající přibližně naší I. třídě
- EBW (Export-Bau-Ware) – označované někdy jako stavební řezivo, odpovídá přibližně naší II. třídě
- Charpente – odpovídá rozpětí naší II. až III. třídy (podle specifikace)
- Imballo, někdy imballo 1 – přibližně naše III. třída, imballo 2 – přibližně naše IV. třída
- u listnatého řeziva s označením
- Boules-Blockware (kmenové řezivo) – odpovídá řezivu z oddenkových částí, jakosti A, I. a II.
- Lose ware – jakosti A. až III. (podle specifikace)
- Parkett Ware – jakost III.

Rámová pila (katr) je nejstarší stroj na obrábění dřeva, jejíž pracovní režim je odvozen od přímočaře vratného pohybu ruční pily. Základním parametrem je **světlost rámu** – vnitřní vzdálenost mezi jeho sloupky, udávající nejvyšší teoreticky možnou tloušťku výřezu, který lze na pile řezat. K výhodám rámové pily patří široké rozpětí zpracovatelných tlouštěk výřezů (10-65 cm); délka řezaných výřezů až 12 m; jednoduchá konstrukce, obsluha a údržba; provozní spolehlivost; vysoký počet současně prováděných řezů (až 14 – proto se hovoří o hromadném pořezu) a nevelká řezná spára (3,5-4,5 mm). Nevýhodou je hrubší povrch řeziva a nízká řezná rychlost. Kmenová **pásová pila** má pilový pás napnutý mezi dvěma pásovnicemi (spodní hnací, horní hnaná a výškově stavitelná). Řezná větev pilového pásu (směrem dolů) je vybavena vodítky, zvyšujícími stabilitu pásu. Pořez na pásové pile lze přizpůsobovat rozměru a tvaru výřezu (proto není nutné tak detailní třídění podle tlouštěk a délek jako u rámových pil), což je přínosem u tvarově a jakostně proměnlivější listnaté kulatiny, u které lze pořez průběžně upravovat po každém řezu. Kvalita řezu je podstatně vyšší než u rámových pil, ale při podstatně vyšší citlivosti na pečlivost přípravy (válcování, ostření, pěchování nebo rozvádění) nástroje. Ve velkých pilařských provozech bývá doplňkovým strojem pro pořez tzv. přesílené kulatiny, a výřezů nevhodných pro hlavní linku. **Kotoučová pila** se v pilařských provozech používá převážně pro omítání a rozmítání řeziva, ale používají se i kmenové kotoučové pily jednokotoučové (často jako překlápěcí) a dvoukotoučové. Jejich výhodnost je v možnosti úpravy pořezu po každém řezu, a u překlápěcích pil i možnost výroby více druhů řeziva z jednoho výřezu. **Prismovací sekačky** pro **agregátní pořez** jsou nejmladšími pilařskými stroji, vyvinutými ve Skandinávii po 2. světové válce. Jejich základem jsou dvě, proti sobě postavené frézovací hlavy tvaru komolého kužele, jejichž povrch je osazen noži uspořádanými do spirál, nebo soustředných kruhů, a na jejichž čele jsou začišťovací nože. Vzdálenost hlav od sebe se nastavuje podle tloušťky výřezu, a podle toho, zda má být polotovarem prisma, hranol, nebo tzv. stupňovitá prisma. Boční oblé části výřezu jsou odfrézovány v parametrech papírenské štěpky a boční řezivo tak vůbec nevzniká. Samostatně jsou prismovaní sekačky schopny vyrábět jen hranoly, polštáře a trámy. Při výrobě deskového řeziva je nutné doplnit linku rozmítacími pilami.



rámová pila pásová pila kmenová kotoučová pila prismovací sekačky

Obr. 12.23. Princip pořezu různými hlavními pilařskými stroji



Obr. 12.24. Detail hlav prismovacích sekaček

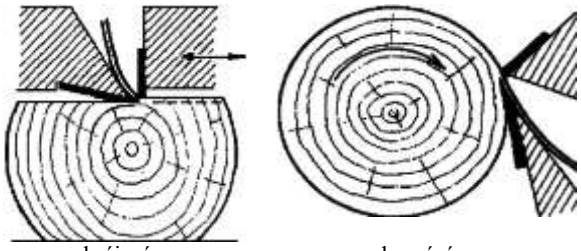
12.4. Výroba dýh

Dýha je tenký list dřeva o tloušťce 7 mm a menší, vyrobený **řezáním**, **krájením** či **loupáním**. Podle druhu použití se dýhy dělí na **okrasné** a **konstrukční**. Pro výrobu překližovaných materiálů se mohou na pohledovou stranu použít i dýhy okrasné, ale těžiště spotřeby činí dýhy loupané, plnící funkci konstrukční. U nás se v současné době používají na výrobu dýh tyto tuzemské dřeviny: dub, buk, jasan, olše, ořech, javor, bříza, hruška, jilm, třešeň, osika, topol, smrk, jedle, borovice, modřín. Z exotických dřevin se nejvíce používají sapeli, ovangol, koto, kosipo, limba, obeche, meranti, ceiba, okoumé. Protože je nákup suroviny sezonní (u tuzemských dřevin ze zimní těžby), a zpracování celoroční, musí sklad suroviny zajistit ochranu a ošetření dýhárenských výřezů před znehodnocením a poškozením. Nejčastějším způsobem ochrany výřezů je postřik, doplněný ochrannými nátěry čel (nanášenými za tepla – pryskyřice, dehtový olej, asfalt, parafín; či za studena – fermež, lněný olej, vodní sklo, PVAC emulze). Importované dřeviny přichází do Evropy již opatřené ochrannými nátěry, protože nátěr, aby byl účinný, musí být aplikován co nejdříve po pokácení stromu, dokud není dříví infikováno houbami a plísněmi, a má dostatečnou vlhkost.

Před loupáním a krájením dýh musí být provedena **plastifikace**, což je tepelná úprava dřeva (podle dřevin v určitých rozmezích teplot – tvrdé listnáče cca 90 °C, jehličnaté dřeviny cca 70 °C a měkké listnáče cca 45 °C; a po určitou dobu), kterou se dosahuje vyrovnání pevnosti v tlaku v tangenciálním a radiálním směru (tzv. **pevnostní homogenizace dřeva**). Plastifikace se provádí změkčováním ve vodě, ohříváním ve vodě (vařením), pařením a změkčováním elektrickým proudem.

Před **výrobou dýh krájením**, je nutné podélné dělení výřezů, rozhodující o využití suroviny a kvalitě dýh. Podélné dělení je orientováno tak, aby vznikla dýha s výraznou texturou. Provádí se obvykle na pásových pilách, s cílem vytvořit dvě plochy o šířce nejméně 10-13 cm, aby mohl být upravený výřez pevně upnut na stůl krájecího stroje. Krájením je oddělování listů dýh z výřezu ve směru kolmém nebo podélném na průběh dřevních vláken výřezu. Řez může být veden ve směru tangenciálním, polotangenciálním, nebo radiálním. Krájecí stroje jsou dvou základních druhů – příčné a podélné. Příčné jsou všeobecně rozšířenější, a vyrábí se jako horizontální, vertikální, rotační a skloněné.

Výroba dýh loupáním je dělením dřeva v rovině rovnoběžné s vlákny, a kolmé na jejich délku. Loupání se dosahuje otáčením výřezu, upnutého na dvou čelních plochách kolem vlastní osy. Nůž je nastaven tak, že je řezná hrana rovnoběžná s osou výřezu, a rovnoměrně se posunuje ve směru kolmém na osu výřezu. Velikost posuvu na jednu otáčku odpovídá tloušťce loupané dýhy, loupané ve formě nekonečného pásu. Loupáním se průměr výřezu zmenšuje, a aby řezná rychlost neklesala, musí se zvyšovat otáčky. Protože dýhárenské výřezy nemají přesně válcovitý tvar, závisí u loupaných dýh míra využití suroviny na správném upnutí výřezu. Centrovací zařízení (geometrické, optické či elektronické) proto musí najít ekonomickou osu výřezu, umožňující co nejdelší souvislý pás dýhy.



krájením loupáním

Obr. 12.25. Základní principy výroby dýh

Dýhy jsou z největší části polotovarem pro výrobu **překližovaných materiálů**, které se podle konstrukce dělí na **překližky** (truhlářské, stavební, obalové, letecké a desky z vrstveného lisovaného dřeva), **jádrové desky** (laťovky, dýhovky) a **složené desky** (voštinové desky), nebo podle použití pro venkovní použití nekryté, venkovní prostředí zakryté a pro vnitřní, suché prostředí. Při konstrukci překližek se dodržují **pravidla symetrie**

- na každou stranu od centrální osy symetrie překližky musí být stejný počet vrstev dýh. Osa symetrie těchto dýh musí mít stejnou vzdálenost od centrální osy symetrie.
- osa středové vrstvy musí být totožná s centrální osou symetrie. Počet vrstev překližce musí být lichý.
- vrstvy dýhy, které jsou uloženy ve stejné vzdálenosti od centrální osy symetrie, musí být ze stejné dřeviny, a musí mít stejnou tloušťku
- symetricky uložené dýhy musí být vyrobeny stejným způsobem, musí mít stejný průběh vláken, a stejné fyzikální a mechanické vlastnosti.

Překližovaná deska má vzájemně slepené vrstvy, přičemž směr vláken sousedních vrstev je navzájem kolmý. Vnější a vnitřní vrstvy na obou stranách jsou vzhledem ke středové vrstvě uspořádány symetricky.

Překližka je překližovaná deska, jejíž všechny vrstvy sestávají z dýh uspořádaných rovnoběžně s rovinou desky.

Překližovačka je dýhový list, vytvářející plášť překližky.

Vložka je vnitřní vrstva, jejíž vlákna jsou kolmá na směr vláken vnější vrstvy.

Střed je střední vnitřní vrstva, jejíž vlákna jsou rovnoběžná s vlákny vnější vrstvy.

Jádrová deska je překližovaná deska s jednou středovou vrstvou.

Laťovka je jádrová deska se středovou vrstvou z latí o šířce 7-30 mm, ve které laťky mohou, ale nemusí být vzájemně slepeny.

Dýhovka je jádrová deska, jejíž středová vrstva je vyrobena z dýh o tloušťce 7 mm a méně. Dýhy jsou uloženy na hranách, a jsou všechny, nebo většina z nich vzájemně slepeny.

Vrstvené lisované dřevo je druhem překližovaného materiálu vyrobeného z většího počtu dýh lisovaných při vysoké teplotě a tlaku s použitím syntetických lepidel.

Voštinová deska je deska, jejíž střed je tvořen rámem, uvnitř vyplněným voštinou z papíru, či nařezaných pásků tvrdé dřevotřískové desky. Střed je oboustranně opláštěn tvrdou dřevotřískovou deskou.

Na výrobu překližek se u nás používají z listnatých dřevin zejména buk, bříza, olše a topol, a to v tloušťkách 1,2; 1,8; 2,0; 3,0 a 3,5 mm. Dýhy z jehličnatých dřevin (smrk, jedle, borovice) se vyrábějí v tloušťkách 1,8; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 a 4,0 mm. Překližky se vyrábějí v běžných tloušťkách 3, 4, 5 a 6 mm jako třívrstvé, v tloušťkách 6, 8, 9, 10, 12, 15 až 40 mm jako pěti a vícevrstvé. Letecké překližky se vyrábějí v tloušťkách od 0,8 mm. Překližky se vyrábějí jako podélné a příčné. **Podélné překližky** mají směr vláken povrchových dýh shodný s delší stranou desky, **příčné překližky** mají směr vláken povrchových dýh rovnoběžný s kratší stranou desky.

13. TĚŽBA DŘÍVÍ

Těžba dříví je název části lesnictví, zabývající se přípravou těžební činnosti, kácením a odvětvováním stromů a druhováním dříví v porostu nebo na skladech. Ekonomicky je lesní hospodářství zásadně ovlivňováno obchodem se dřívím, které je dominantním zdrojem jeho samofinancování. Tržbami za dříví jsou kryty nejen náklady na provoz lesního hospodářství a udržování a rozvoj celospolečenských funkcí lesů, ale i výdaje vyvolané poškozováním lesů činnostmi mimo něj. Přitom je lesní hospodářství typickou prvovýrobou a zhodnocení dříví se projevuje až v jiných odvětvích. Lesní těžba je významnou součástí lesnického hospodaření, ve kterém i drobná zhospodárnění výroby a zvýšení tržeb, znásobená objemem výroby, mají vliv na ekonomické výsledky.

13.1. Historický vývoj

Dřevo bylo spolu s kamenem a kostmi jedním z prvních materiálů, který začali lidé v nejstarších dobách vzniku a vývoje lidstva využívat. V tomto období však neměla činnost lidské populace pro vývoj lesa limitující charakter. Les byl chápán jako přirozený životní prostor. Vztah člověka k lesu se začínal měnit s příchodem prvních zemědělců v neolitu. V lesích byla prováděna pastva hospodářských zvířat, kácením a žďářením lesů získávali první zemědělci nové plochy polí a pastvin pro svůj extenzivní způsob hospodaření. Tyto činnosti vedly v zemědělsky nejpříhodnějších polohách ke snižování plochy lesů a k jejich postupnému prosvětlování. S rozvojem hornictví ve středověku se zvýšila poptávka po důlním dříví k zajištění štol a k výrobě dřevěného uhlí pro zpracování rud. Velké množství palivového dříví bylo spotřebováváno také ve sklárnách. V této době dochází k významnému úbytku plochy lesů zejména v našich hraničních pohořích. Les byl v tomto období využíván člověkem bez jakéhokoli hospodářského zásahu pouze jako zdroj surovin. Další snižování plochy lesů a zhoršování jejich stavu souviselo s nárůstem populace v novověku a rozšiřováním způsobů energetického a materiálního využití dříví.

První reálně uplatněné snahy o celostátní regulaci hospodaření v lesích na území Čech a Moravy legislativními předpisy spadají do první poloviny 18. století (byť již mnohem dříve o to usiloval císař Karel IV.). Týkaly se např. způsobů těžby dříví, pasení dobytka v lesích, lesních cest, pálení dřevěného uhlí, ochrany a pěstování lesů atd. (patenty rakouského císaře Karla VI. a rakouské císařovny Marie Terezie). Komplexně pojatý právní předpis, který sledoval zlepšení úrovně hospodaření v lesích i za cenu omezení vlastnických práv byl vydán v roce 1754 jako "Císařský královský patent lesů a dříví, ustanovení v království Českém se týkající", později zkráceně označovaný jako zemský lesní řád. Zemské lesní řády z této doby byly základem pro zlepšení správy lesů a pro zavedení státního dohledu nad lesy. V roce 1852 byl vydán rakouský říšský lesní zákon č. 250, který platil v českých zemích až do vydání nového lesního zákona č. 166 v roce 1960, tedy bezmála 110 let!

Historie manuálních a mechanizovaných prostředků lesní těžby

Až do 20. století se lesní těžba realizovala výhradně manuálními technologickými postupy. Tyto pracovní postupy se vyznačovaly malou produktivitou, velkou fyzickou namáhavostí a nízkou bezpečností práce. Pro kácení a odvětvování se až do 19. století používaly zejména sekery, pily byly v porovnání se sekerami drahé a používaly se hlavně ke krácení již pokácených kmenů. V 19. století se začaly objevovat první mechanické a parní pily, pro svou velikost a neobratnost se však v lesní těžbě nedokázaly prosadit.

První dvoumužné motorové řetězové pily poháněné elektromotorem jsou uváděny již před 1. světovou válkou. Z pochopitelných důvodů (absence vhodného zdroje elektrické energie) však tyto pily nebylo možno použít při těžbě dříví v lesním prostředí. V polovině 20. let 20. století přišly firmy Husqvarna a Stihl s prvními prototypy motorových dvoumužných pil se spalovacím motorem (tyto pily již bylo možno použít při kácení a příčném rozřezávání kmenů stromů). Po druhé světové válce umožnila nová konstrukční řešení motoru a použití slitin hliníku vývoj motorové pily, se kterou mohl pracovat, díky jejím menším rozměrům a snížené hmotnosti, pouze jeden člověk. I nadále však byly tyto pily díky své hmotnosti a nevyhovující konstrukci používány jen ke kácení stromů a krácení kmenů. První motorové pily v dnešním konstrukčním pojetí, použitelné i pro odvětvování pokácených stromů, se na trhu začaly objevovat na přelomu 50. a 60. let 20. století. Využívání motomanuálních těžebních

prostředků s sebou přineslo zavedení nových pracovních postupů, výrazné zvýšení produktivity práce a snížení její namáhavosti. Bezpečnost a hygiena práce těžby dříví však nebyla používáním motomanuálních prostředků příliš ovlivněna.

Na přelomu 60. a 70. let 20. století zavádějí společnosti ÖSA, Lokomo, Kockum nebo Volvo do lesnické praxe ve Finsku a Švédsku první těžebně - dopravní stroje. Vývojové práce konstruktérů se zpočátku soustředily na časově nejnáročnější fázi zpracování stromu - odvětvování. Do praxe bylo zavedeno několik konstrukčních řešení jedno- a víceoperačních strojů, které fázi odvětvování kombinovaly popř. s kácením nebo s krácením. Kácecí hlavice těžebních strojů byly zpočátku vybaveny jedním nebo dvěma střihacími noži, později se prosadilo použití pilové lišty s řetězem. V dalších fázích vývoje byly do praxe zaváděny káceče – zpočátku na pásových podvozcích bez hydraulického jeřábu, později na 4- nebo 6-kolových podvozcích vybavených hydraulickým jeřábem. První harvestory byly konstrukčně řešeny jako dvouúchopové (manipulačně byly odděleny fáze kácení a fáze odvětvování – krácení). Veškeré v té době vyvíjené stroje byly primárně určeny do mýtních nebo kalamitních těžeb. Na konci 80. let 20. století byly uvedeny do provozu první jednoúchopové harvestory dnešní konstrukce – kácení, odvětvování a krácení probíhalo v jednom cyklu pomocí harvestorové hlavice zavěšené na konci hydraulického jeřábu. Tyto stroje dokázaly realizovat i výchovné zásahy v předmýtních porostech. Víceoperační těžebně-dopravní technologie zatím poskytuje ve srovnání s jinými technologiemi řádově vyšší standard bezpečnosti a hygieny práce stejně jako nejvyšší produktivitu výroby.

Obr. 13.1. Dvoumužná motorová pila

Obr. 13.2. Dvouúchopový harvestor

Do konce druhé světové války byla těžba v České republice realizována manuálními těžebními prostředky. První motorové pily se u nás začaly využívat pro kácení a krácení v 50. letech 20. století. Od 60. let se v České republice používají motorové pily, jejichž konstrukční řešení a hmotnost umožňují jejich využití nejen pro kácení, ale i pro odvětvování. V souvislosti s nárůstem kalamitních těžeb v 60. až 80. letech se začaly do České republiky dovážet první těžebně - dopravní stroje. V tehdejších podmínkách lesního hospodářství dokázaly TDS až trojnásobně snížit pracnost výroby m^3 dříví. V 70. letech se u nás souběžně používají v kmenové těžební metodě káceče na pásovém nebo kolovém podvozku, mobilní i stacionární odvětvovací stroje domácí i zahraniční provenience, v sortimentní těžební metodě pak procesory a první dvouúchopové harvestory. Vrchol technického rozvoje lesního hospodářství v České republice v tomto období nastává v roce 1980, kdy u nás pracovalo více jak 200 procesorů (odvětvovačích strojů) a 13 harvestorů. V polovině 90. let se v České republice i přes počáteční skepsi lesníků rozšířily jednoúchopové harvestory, zejména díky aktuální potřebě výchovy nejmladších porostů. V roce 2013 pracovalo v České republice řádově 410 ks harvestorů (převážně kolových) v širokém spektru těžebních zásahů od probírek až po mýtní těžby či kalamity. Nejnovější veřejně dostupný údaj o počtu 744 ks harvestorů v ČR je z roku 2019 (Zpráva o stavu lesa a LH v ČR v roce 2019, MZe ČR 2020).

13.2. Zdroje dříví ve světě a v České republice

Světová výměra lesů činí 4 033,1 mil. ha, při průměrném ročním úbytku 5,2 mil. ha v průběhu posledních 10 let. Mimo ně se získává dříví ze stromů rostoucích mimo les, na ploše asi 1 700 mil. ha.

Největší roční úbytky lesů jsou v Jižní Americe (4 mil. ha) a Africe (3,4 mil. ha). V Asii výměra lesů roste o 0,6 mil. ha ročně, a to díky zalesňování v Číně, zvyšující lesnatost o 2,2 mil. ha ročně. Podle odhadů FAO se z lesů celého světa získává ročně 3 400 mil. m^3 dříví, při vytěžení 15,4 mil. ha holin. Z vytěženého dříví se méně než polovina využívá průmyslově (**podíl průmyslově využívaného dříví je výrazně sestupný**) a zbývající dříví je zdrojem energie pro vaření a topení, protože v rozvojových zemích je dříví pro široké vrstvy obyvatelstva jediným dostupným zdrojem tepelné energie. Spotřeba palivového dříví a dřevěného uhlí roste rychleji než celosvětový počet obyvatel, což vede v některých oblastech ke krizi v zásobení palivem.

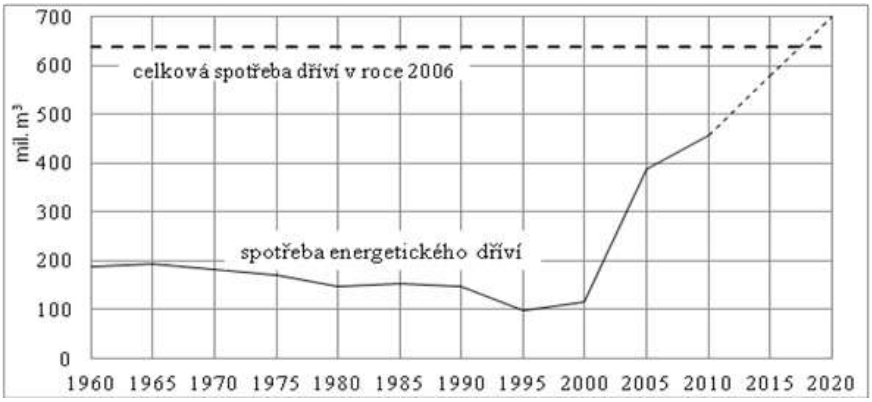
Palivové dříví 54 %	**Kulatina** 28 %	**Celulózové dříví** 13 %	**Ostatní užitkové dříví** 5 %

Tab. 13.1. Celosvětový podíl sortimentů na těžbě dříví (odhad FAO, 1994)

Demografická studie FAO předpokládá, že v roce 2050 dosáhne počet obyvatel planety 9 mld. osob; při snížení počtu obyvatel Evropy na 660 mil., tj. na úroveň roku 1970; zvýšení počtu obyvatel Severní a Střední Ameriky v letech 1970-2050 z 307 na 670 mil. (za 80 let nárůst 2,2 krát); zvýšení počtu obyvatel Jižní Ameriky z 205 na 568 mil. (nárůst 2,8 krát); zvýšení počtu obyvatel Asie z 2,25 na 5,22 mld. (nárůst 2,32 krát); a zvýšení počtu obyvatel Afriky z 368 mil. na 1,93 mld. (nárůst 5,24 krát). Tyto údaje pocházejí z optimistické varianty, neboť podle pesimistické už bylo 9 mld. obyvatel planety dosaženo, a 10 mld. se očekává do roku 2030. S rozložením světové populace a dynamikou jejího růstu nekoresponduje rozmístění lesů a zmenšujících se zásob dříví. Ani Evropa nevychází nejlépe, protože po odečtení Ruské federace je její podíl na světové populaci 7,3 %, ale na výměře lesů 5 %. Nedostatek dříví v jiných regionech a vývozní cla na dříví z RF signalizují, že masívní dovoz dříví do Evropy není reálný, a že Evropa bude muset mobilizovat rezervy. Při ambiciózních záměrech v **energetickém využívání dříví** a růstu exportů dříví a výrobků z něj lze mít pochybnosti, zda bude nárůst evropských zdrojů dostatečný.

Území	**1990**	**2000**	**2005**	**2010**
Ruská federace	80 039	80 270	80 479	81 523
Evropa bez Ruské federace	23 810	27 487	29 176	30 529
Evropa celkem	103 849	107 757	109 655	112 052
Severní a Střední Amerika	79 141	80 708	83 564	86 416
Jižní Amerika	191 451	184 141	181 668	177 215
Asie	51 336	52 543	53 563	53 685
Afrika	83 035	79 904	78 455	76 951
Oceánie	21 293	21 415	21 266	20 885
Svět	**530 105**	**526 469**	**528 170**	**527 203**

Tab. 13.2. Vývoj zásob dříví ve světě v mil. m^3



Obr. 13.3. Vývoj spotřeby energetického dříví v Evropě v mil. m^3

V zemích EU byl předpoklad v roce 2015 spálit 580 mil. m^3 dříví, a v roce 2030 dokonce 750 mil. m^3. Tím se energetická koncepce EU odtrhla od reality, protože spotřeba dříví (užitkového i palivového) byla v roce 2006 v celé Evropě 639 mil. m^3, a za hranici nezastavitelného úbytku lesů se považuje roční těžba 730 mil. m^3. Ani spálení veškerého vytěženého dříví by tedy nepokrylo představy o náhradě fosilních paliv dřívím.

Údaje o lesích ČR obsahuje Ministerstvem zemědělství každoročně vydávaná **Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR** (tzv. Zelená zpráva), schvalovaná vládou, což je také důvodem, proč bývá její vydání téměř o dva roky opožděné po uplynutí příslušného roku. V elektronické verzi jsou Zelené zprávy od roku 1994 volně přístupné na stránkách ÚHÚL Brandýs n./L. (www.uhul.cz/zelenazprava/) i na stránkách MZe ČR. Dále uvedené údaje jsou převzaty z posledního vydání této Zprávy, tj. pro rok 2019.

Celková výměra lesní půdy ČR je dlouhodobě stabilizovaná, s trendem mírného nárůstu, a celková lesnatost jejího území se koncem roku 1997 zvýšila na 33,4 %. Přírůstky lesní půdy tedy převyšují její úbytky (vyvolané dobývacími pracemi a stavbami), které jsou v průměru 1,5 tis. ha ročně.

Rok	1920	1930	1945	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2019
Plocha	2 369	2 354	2 420	2 479	2 574	2 606	2 623	2 629	2 630	2 637	2 647	2 657	2 664	2 668

Tab. 13.3. Vývoj výměry lesní půdy v ČR v tis. ha

Při zvyšující se výměře lesní půdy rostou **zásoby dříví**, které jsou v současnosti více než dvojnásobné oproti roku 1930. Na tom se podílí především zpřesnění metod zjišťování zásob, nárůst výměry lesní půdy i dlouhodobé nedotěžování přírůstu.

Rok	1930	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2013	2019
Zásoba	307	322	348	445	536	564	595	631	663	681	683	687	705

Tab. 13.4. Vývoj zásob dříví v ČR v mil. m^3 dříví hroubí bez kůry

Rok	1950	1970	1980	1990	2000	2005	2010	2013	2017	2018	2019	2020
Přírůst (CBP)	9,2	14,8	17,1	17,0	19,8	20,5	21,2	21,7	22,1	22,3	22,4	-*)
Těžba	5,98	10,1	13,6	13,3	14,4	15,51	16,74	15,33	19,39	25,69*)	31,3*)	35,8**)

Tab. 13.5. Poměr mezi celkovým běžným přírůstem a objemem těžeb v mil. m^3 bez kůry (*) údaj není v době zpracování textu dostupný; **) výrazné zvýšení objemu těžeb v důsledku nahodilých těžeb dříví z porostů postižených suchem a dřevokazným hmyzem)

Rok	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005	2010	2013	2019
Obmýtí	93,4	92,5	95,4	101,1	101,2	102,6	108,1	112,4	115,4	114,7	114,7	115,0	115,2

Tab. 13.6. Vývoj průměrné doby obmýtí v ČR v rocích

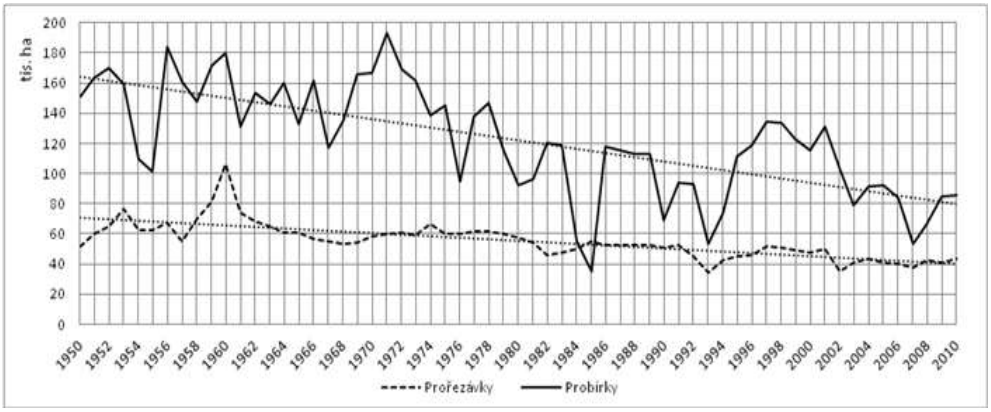
Rok	Věková třída							
	Holina	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	Rozpětí věku ve věkové třídě							
	0	1-20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121 +
1920	1	23	24	22	17	10	3	0
1930	2	21	21	21	19	11	5	0
1950	2	18	21	21	19	12	7	0
1960	1	17	21	20	19	13	6	3
1970	1	17	20	19	20	13	7	3
1980	1	17	15	20	20	15	8	4
1990	1,6	16,1	14,8	19,5	18,9	17,3	8,8	4,4
1995	1,5	15,5	15,2	16,6	18,3	17,7	9,8	5,4
2000	1,2	16,7	15,5	14,7	18,8	17,3	10,2	5,5
2005		17,0	15,0	14,2	18,7	16,5	11,2	6,4
2010	1,1	17,0	14,8	14,2	18,0	15,8	12,0	7,1
2011	1,1	16,9	14,9	14,4	17,7	15,7	12,0	7,3
2013	1,2	16,8	14,9	14,8	16,8	15,7	12,2	7,6
2019		16,6	15,4	14,7	14,0	16,0	11,9	8,6
Normalita	**-**	**18,0**	**18,0**	**17,8**	**17,3**	**15,5**	**9,3**	**4,0**

Tab. 13.7. Vývoj podílu věkových tříd v % výměry porostní půdy v ČR

Za sledovanou dobu ca 100 let se průměrná doba obmýtí prodloužila o 22 roků, vzrostla tedy téměř o ¼ (23,6%) a nesnižuje se ani přes zvýšené těžby v posledních letech. Prodlužováním obmýtí **narůstá výměra přestárlých porostů se sníženou kvalitou dříví**, přesílené dříví v tloušťkové třídě kulatiny +

6 (o které existuje omezený zájem), nadprůměrný výskyt hnilob, výskyt nepravého jádra u listnáčů atd. Výrazně je tedy stále nedocílena tzv. normalita podílu věkových tříd – viz Tab. 13.7.

Věková struktura lesů v ČR má **nízké zastoupení 1. až 3. věkové třídy**, jako pravděpodobný následek nahodilých těžeb bez zalesňovací povinnosti; výměru porostů ve věku 60 – 100 let udržující se dlouhodobě mírně nad úrovní normality; ale **nadnormální zastoupení 6. a 7. věkové třídy**, když výměra porostů nad 120 let dosahuje 183 % normality. Důsledkem nízkých objemů obnovních těžeb se vznikem holiny, je i při zalesňování nelesních půd dlouhodobě nedostatečná tvorba 1. věkové třídy s následující nevyrovnanou věkovou strukturou a možnou rozkolísaností těžebních možností v budoucnu. Z vývoje věkové struktury lze odvodit, že **poptávka po výchovných těžbách by měla po dobu následujících cca 30 let klesat** (v souladu s dlouhodobým trendem - viz obr. 13.4.), a **růst by měly těžby obnovní v přestárlých porostech**. (**Tato vize se však zřejmě změní** v důsledku vzniku značné rozlohy mladých porostů, vzniklých na místě porostů vytěžených nahodilými těžbami po roce 2018 – viz též dále). Z odsouvání těžeb v přestárlých porostech lze usuzovat, že se jedná o těžby na obtížnějších lokalitách, a vyžadující náročnější těžební a dopravní technologie, nebo o těžby v ochranných lesích. **Budoucí výše těžeb v ČR bude ovlivňována i tlaky** na rozšiřování výměry lesů ochranných a velkoplošných i maloplošných chráněných území, zařazovaných do kategorie lesů zvláštního určení, s omezenou výší těžby. V praxi to znamená, že je čím dál větší výměra lesů zařazována do kategorie lesů se sníženými těžebními možnostmi, či je dokonce z produkce dříví vyřazována zcela (lesy v rezervacích a v 1. zónách národních parků). Časté je také nátlakové omezování výše těžby, nebo způsobu jejího provedení.



Obr. 13.3. Trend výměry výchovných zásahů je dlouhodobě klesající

Z další tabulky vyplývá, že podíl hospodářských lesů se ustálil na 75 %. Vzhledem k tomu, že plošné zastoupení lesů s legislativně ošetřenou funkcí v ochraně přírody není na území ČR rovnoměrné, je i lesní hospodářství v jednotlivých regionech touto skutečností poznamenáno rozdílně.

Rok	Kategorie lesa		
	lesy hospodářské	lesy ochranné	lesy zvláštního určení
1980	78,2 %	4,0 %	17,8 %
1985	68,2 %	3,1 %	28,7 %
1990	58,4 %	2,5 %	39,1 %
1995	57,2 %	2,7 %	40,1 %
1996	61,3 % *)	2,9 %	35,8 % *)
2000	76,7 %	3,5 %	19,8 %
2005	76,1 %	2,9 %	21,0 %
2010	75,0 %	2,7 %	22,3 %
2013	74,6 %	2,5 %	22,9 %
2019	74,4 %	2,0 %	23,6 %

*) Ke změně v proporcích mezi lesy hospodářskými a lesy zvláštního určení došlo podle zákona o lesích č. 289/1995 Sb. administrativním převodem lesů pod vlivem imisí z kategorie lesů zvláštního určení (dle předcházející právní úpravy) do kategorie lesů hospodářských (dle právní úpravy současné).

Tab. 13.8. Vývoj kategorizace lesů v ČR

Výši těžby zjišťuje Český statistický úřad tak, že rozesílá vybraným respondentům dotazník LES P8-01, a jeho sumarizaci dopočítává na celkovou výměru lesů ČR. Nejedná se tedy o skutečnou výši těžby (tu by bylo možno zjistit jen jako sumu údajů z hospodářské evidence všech lesních majetků), ale o těžbu pravděpodobnou. Do roku 2017 byla za historicky nejvyšší těžbu považována hodnota 18,51 mil. m^3 b. k., která byla v ČR dosažena v roce 2007, a její výše znamenala v té době i krátkodobé mírné překročení celkového běžného přírůstu. Výrazný obrat ve výši těžeb nastal v roce 2018 a pokračuje až do současnosti (2021), a to v souvislosti s obrovským nárůstem objemu nahodilých těžeb způsobených katastrofou, jež postihla české lesy v důsledku škod suchem a dřevokazným hmyzem. V roce 2020 se v ČR vytěžilo 35,8 mil. m^3 bez kůry. Téměř veškeré vytěžené dříví přitom pocházelo z nahodilé těžby, stejně jak v roce 2019, kdy se vytěžilo 32,6 mil. m^3 dřeva bez kůry. Se zvýšenou těžbou současně výrazně roste výměra obnovovaných (zalesňovaných) ploch, která za rok 2020 dosáhla rozlohy 33 671 ha (v roce 2019 bylo zalesněno 28 670 ha). Na celkové těžbě dřeva o objemu 35,8 mil. m^3 se v roce 2020 podílela zejména těžba nahodilá (94,8 %), do které spadá i likvidace kůrovcových kalamit. V roce 2020 byl tedy dosažen neradostný rekord v těžbě dřeva v historii ČR. Téměř veškerý objem vytěženého dřeva pocházel přitom z nahodilé těžby, obdobně, jako tomu bylo v roce 2019. Těžily se především jehličnaté dřeviny (96,5 %), těžba listnatých dřevin ve výši 1,3 mil. m^3 zůstala na stejné úrovni jako v předchozím roce. Z jednotlivých dřevin se jednalo nejvíce o smrk (90,3 %), s velikým odstupem pak o borovici (4,2 %) a buk (1,6 %). Nejvyšší objemy vytěženého dřeva byly zaznamenány v kraji Vysočina (8,7 mil. m^3) a v Jihočeském kraji (4,8 mil. m^3). Dle vývoje lze usuzovat, že tempo růstu těžby dřeva zpomaluje v moravských krajích, a naopak zrychluje v Čechách, včetně severních oblastí (dle Silvarium.cz., 2021).

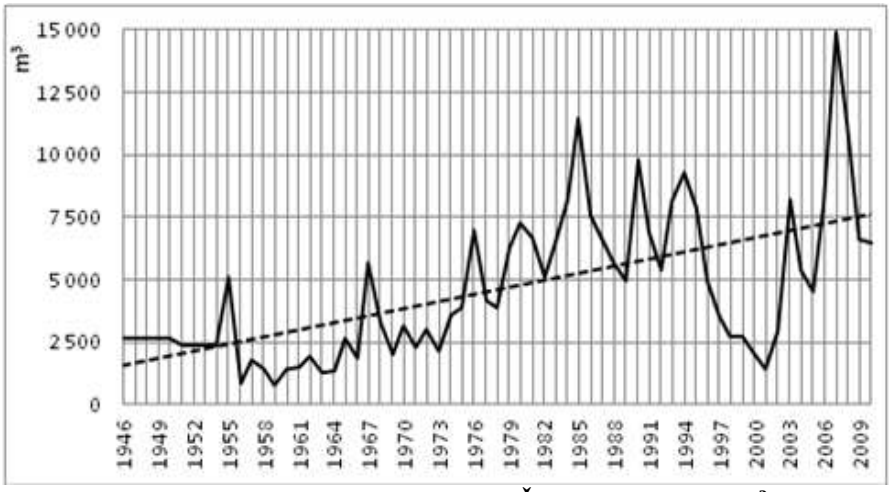
Z dlouhodobého pohledu objem jehličnaté těžby roste mnohonásobně rychleji než těžby listnaté, což v konečných důsledcích vede k tomu, že podíl listnatého dříví na dodávkách plynule klesá, a navíc se čím dál větší podíl listnatého dříví přesouvá z užitkového dříví do palivového, s výrazně nepříznivým dopadem do tržeb za dříví. Uvedená skutečnost je v posledních letech umocněna kalamitními těžbami v lesích – viz výše a v Tab. 13.9. Přesto se intenzivně pokračuje ve změnách druhové skladby lesů ve prospěch listnáčů. Tento proces započal v 50. letech 20. století, a motivací k němu byla snaha snížit podíl nahodilých těžeb. Z časových řad v Tab. 13.10. vyplývá, že se za posledních 60 let plošné zastoupení listnatých dřevin zvýšilo na více než dvojnásobek (z 12,5 % na 25,1 %), a to na úkor jehličnatých dřevin, jejichž zastoupení kleslo o 11,9 %. Přesto se tak významná změna druhové skladby neprojevila na podílu nahodilých těžeb, který má trend stálého růstu (viz Obr. 13.4.) a zejména výše uvedený text o kůrovcové kalamitě a kalamitě suchem). Nárůst zastoupení listnatých dřevin může být pro budoucí období komplikujícím faktorem, neboť je faktem, že průmysl dosud požaduje zejména jehličnaté dříví a o dříví listnaté jeví výrazně menší zájem. Bez růstu poptávky po listnatém dříví představuje budoucí komplikace v samofinancování lesnictví, protože podíl listnaté těžby s hůře zpeněžitelnými sortimenty a menší zásobou na 1 ha bude růst. Můžeme zde tedy spatřovat výrazný přesah důsledků změn druhové skladby v českých lesích do lesního hospodářství i do uspokojování potřeb průmyslu. Důsledky toho stavu bude proto nutno zavčas řešit.

Rok	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	2000	2005	2010	2011	2013	2019
Těžba dřeva v milionech m^3 bez kůry													
Celkem	13,91	13,33	10,75	9,85	10,41	11,95	12,37	14,44	15,51	16,74	15,38	15,33	32,58
jehličnatá	12,82	12,17	9,51	8,70	9,69	11,16	11,31	12,85	13,88	15,07	13,34	13,23	31,31
Listnatá	1,09	1,16	1,24	1,15	0,72	0,79	1,06	1,59	1,63	1,67	2,04	2,10	1,27
Těžba dřeva v m^3 na 1 ha lesní půdy													
jehl.+list.	5,29	5,07	4,09	3,75	3,96	4,54	4,70	5,48	5,86	6,30	5,78	5,76	12,18

Tab. 13.9. Vývoj těžeb v ČR

Dřevina	Rok							
	1950	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
	Plocha porostní půdy v ha % z plochy porostní půdy							
Smrk	1 353 203 60,0	1427 735 55,6	1 437 499 55,7	1 413 893 54,7	1 398 498 54,1	1 397 013 54,1	1 376 387 53,1	1 347 239 51,9
Jedle	64 692 2,9	53 325 2,1	44 786 1,7	27 708 1,1	24 153 0,9	23 138 0,9	23 918 0,9	25 869 1,0
Borovice	477 627 21,2	491 501 19,2	469 403 18,3	460 481 17,8	452 993 17,5	453 159 17,6	445 270 17,3	436 308 16,8
Modřín	33 529 1,5	57 410 2,2	68 266 2,7	81 762 3,2	90 043 3,5	97 170 3,8	99 784 3,9	100 761 3,9
ost. jehl.	4 719 0,2	14 885 0,6	19 275 0,8	21 446 0,8	24 582 1,0	4 587 0,2	5 674 0,2	6 352 0,2
Dub	81 016 3,6	139 761 5,5	145 817 5,7	155 269 6,0	157 753 6,1	163 761 6,4	169 768 6,6	178 466 6,9
Buk	102 243 4,5	129 158 5,0	135 988 5,3	139 533 5,4	145 557 5,6	154 791 6,0	172 047 6,6	189 998 7,3
bříza	- -	66 926 2,6	65 027 2,5	74 167 2,9	76 729 3,0	74 560 2,9	74 074 2,9	72 264 2,8
ost. list.	99 778 4,4	167 980 6,5	166 209 6,5	167 959 6,5	174 684 6,8	186 185 7,1	197 663 7,6	209 559 8,1
jehličnaté	1 933 770 **85,8**	2 044 856 **79,7**	2 039 229 **79,2**	2 005 290 **77,6**	1 990 260 **77,0**	1 975 065 **76,5**	1 951 036 **75,3**	1 916 529 **73,9**
listnaté	283 037 **12,5**	503 825 **19,6**	513 041 **20,0**	536 928 **20,8**	554 723 **21,5**	576 808 **22,3**	613 552 **23,7**	650 287 **25,1**
Celkem bez holiny	2 216 807 98,3	2 548 681 99,3	2 552 270 99,2	2 542 218 98,4	2 544 992 98,5	2 551 873 98,8	2 564 588 99,0	2 566 816 98,9

Tab. 13.10. Vývoj druhové skladby v ČR



Obr. 13.4. Průběh nahodilých těžeb v ČR do roku 2010 v m³

Následkem společenských změn a vzniku trhu je ztráta závaznosti norem jakosti surového dříví. Minimální dimenze sortimentů nejsou již zpravidla určovány normou, ale nabídkou a poptávkou. Vývoj struktury dodávek dříví v posledních třech desetiletích přináší Tab. 13.11. Z té je mj. zřejmá mj. stálá vysoká poptávka po jehličnaté kulatině. Významné je, že se podíl dodávek listnatého dříví udržuje do 10 %, což odráží reálnou poptávku, nezávislou na zvyšování podílu zastoupení listnatých dřevin.

Dodaný sortiment	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2017	2018	2019
	1 000 m³ dříví b. k./ % z dodávek								
Dříví celkem	12 828	12 640	14 441	15 510	16 736	15 331	19 387	24 689	30 386
z toho jehličnaté	11 652	11 604	12 851	13 883	15 066	13 229	17 735	23 213	29 113
%	90,8	91,8	89,0	89,5	90,0	86,3	91,2	93,9	96,0
listnaté	1 176	1 036	1 590	1 627	1 670	2 102	1 652	1 476	1 273
%	9,2	8,2	11,0	10,5	10,0	13,7	8,8	6,1	4,0
Kulatina celkem	7 492	6 087	8 020	8 262	9 427	8 645	11 488	14 428	18 915
%	58,4	48,2	55,5	53,3	56,3	56,4	59,3	58,3	62,2
z toho jehličnatá	7 050	5 740	7 370	7 722	8 982	7 925	10 986	13 993	18 514
listnatá	442	347	650	540	445	720	502	435	401
Vláknina a průmyslové dříví	3 940	5 885	5 447	5 974	5 344	4 504	5 523	6 415	6 449
%	30,7	46,5	37,7	38,5	31,9	29,4	28,5	26,0	21,2
z toho jehličnatá	3 472	5 328	4 787	5 412	4 747	4 037	5 102	6 020	6 103
listnatá	468	557	660	562	597	467	421	395	346
Palivové dříví	1 301	649	940	1 225	1 965	2 182	2 376	3 846	5 022
%	10,1	5,1	6,5	7,9	11,7	14,2	12,3	15,6	16,5
z toho jehličnaté	1 039	517	660	720	1 337	1 267	1 647	3 200	4 496
listnaté	262	132	280	505	628	915	729	646	526

Tab. 13.11. Změny struktury dodávek surového dříví v ČR

ČR tradičně dříví importovala, byť jen v malém rozsahu, a to zejména dýhárenské výřezy tropických a cenných evropských a mimoevropských dřevin. Objem dovozů kulatin rostl výrazněji až od roku 1995. U vývozu dříví byla dynamika odlišná, přes 0,5 mil. m³ exportů bylo dosaženo v roce 1965, 1 mil. m³ v roce 1973, 2 mil. m³ v roce 1980, a v roce 2011 téměř 7 mil. m³ (při dovozu téměř 3,5 mil. m³). V roce 2011 tedy bylo exportováno 44 % v tom roce vytěženého dříví, což je struktura exportu surovin rozvojové země. Výraznou změnu ve struktuře vývoz/dovoz dříví způsobil nárůst kalamitních těžeb od roku 2018, kdy se vývoz dříví zvýšil takřka trojnásobně oproti průměrnému stavu v předchozím období.

	1961	1965	1973	1976	1980	1995	2001	2005	2011	2013	2019
Vývoz	0,30	0,50	1,31	1,60	2,09	2,03	3,01	4,09	6,77	6,18	16,4
Dovoz	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,31	1,06	1,78	3,42	3,55	3,13

Tab. 13.12. Vývoz a dovoz surového dříví v ČR v mil. m³

Z následující tabulky 13.13. zastoupení terénních typů vyplývá, že na 71,7 % lesní půdy ČR obstojí jako prostředek pro soustřeďování dříví UKT, a na 15 % SLKT. Transport dříví kolovou technikou je tak realizovatelný na 87 % lesní půdy, což ale současně znamená, že na 13 % lesní půdy je použití kolové techniky pro soustřeďování dříví možné jen podmíněně (za sucha, zámrzu, s použitím navijáku atd.), nebo je nevhodné, a je třeba použít lanová dopravní zařízení, nebo prostředky vzdušné dopravy dříví.

Skupina terénních typů	Příslušné terénní typy	Charakteristika skupiny terénních typů	Plošné zastoupení skupiny	Podíl těžeb v terénní skupině
A	11, 12, 13	sklon do 25 %, únosné	67,4	71,7
B	14	26-40 %, únosné	15,9	15,0
C	15	nad 41 %, únosné	7,3	6,0
D	21, 22, 23, 24, 25	neúnosné	5,9	4,4
E	31, 32, 33, 34, 35	s překážkami	3,5	2,9

Tab. 13.13. Plošné zastoupení skupin terénních typů a podílu těžeb v nich

Z přehledu vlastnické struktury lesů v Tab. 13.14. lze vysledovat nízkou průměrnou výměru soukromých lesů (teoreticky 3 ha, ale více než 111 000 vlastníků má méně než 1 ha) i lesa v majetku obcí (99 % obcí má lesy menší než 50 ha, a 77 % obcí do 10 ha). Současně je podle současné výměry lesních družstev a společností zřejmá přetrvávající neochota ke sdružování vlastníků.

Subjekt	Výměra ha	Podíl %
Státní lesy	1 413 914	54,09
Lesy České republiky s. p.	1 168 796	44,71
Vojenské lesy a statky s. p.	123 015	4,71
Lesy MŽP (Národní parky)	95 417	3,65
Lesy MŽP (AOPK)	1 575	0,06
Krajské lesy (střední školy)	2 352	0,09
Ostatní	22 758	0,87
Právnické osoby	85 523	3,27
Obecní a městské lesy (cca 4,5 tis. obcí)	448 792	17,17
Lesy církevní a náboženských společností *)	130 639	5,00
Lesní družstva a společnosti	31 051	1,19
Lesy fyzických osob (cca 150 tis. vlastníků)	503 737	19,27
Nezařazené	237	0,01
Celkem	2 613 894	100,00

*) po uplatnění zákona č. 428/2012 Sb. o majetkovém vyrovnání s církvemi a náboženskými společnostmi

Tab. 13.14. Vlastnická struktura lesů v ČR v roce 2019

13.3. Těžební metody a jejich charakteristika

Naši dědové říkávali, že "les se pěstuje sekerou". Tento názor upřesnil v roce 1931 významný lesník Josef Konšel (1875-1958) ve svém díle *Stručný nástin tvorby a pěstění lesů v biologickém ponětí (1931)*, takto: *„... výkon probírky je výkonem těžebním, ale její účel je především pěstební, a proto i její výkon musí být zaměřen čistě pěstebně“*. V žádném případě tedy není lesní těžba protikladem pěstování lesů, jak se často lidé domnívají. Naopak, tvoří spolu nedílný celek. Těžební opatření jsou nástrojem v rukou lesního hospodáře, kterými hodlá dosáhnout svých pěstebních cílů. U výchovných těžeb je to snadno pochopitelné, ale často uniká, že obnovní těžba je jako sklizeň mýtně zralých porostů východiskem jejich obnovy, a proto také opatřením pěstebním! Aby bylo možné pěstebních cílů dosáhnout, musí k tomu být vybrán optimální nástroj. To znamená, že provedení těžby a dopravy dříví musí být přizpůsobeno přírodním podmínkám a současnému stavu porostů tak, aby přispěly k udržení lesních ekosystémů v rovnovážném stavu, a ne, aby je z takového stavu vychýlily, či snad způsobily jejich rozpad. Přitom je většina lesních ekosystémů natolik ovlivněna působením člověka, že jsou nestabilní, a proto se může neodborně provedená těžba stát pověstnou "poslední kapkou", která způsobí v ekosystému nevratné změny.

Lesní hospodář nemůže vyznačovat stromy k těžbě jen z hlediska pěstebních záměrů, bez vztahu k technologii těžby a dopravy dříví (bez ohledu na směr kácení stromů a jejich následné dopravy). Neznamená to však „přizpůsobení pěstování lesů požadavkům techniky". Není-li těžba provedena vhodným způsobem, nemusí být dosaženo předpokládaného pěstebního záměru. Dokonce může dojít i k vážnému narušení lesního ekosystému se selháním plnění některých jeho funkcí. Proto musí mít lesní hospodář, který o těžbě rozhoduje, jasnou představu o tom, jakou technologií těžby a dopravy dříví může své záměry uskutečnit, a pak hledá taková technická a technologická řešení, která jsou ekonomicky přijatelná a zároveň co nejvíce respektují biologickou podstatu lesa v daných podmínkách. Bohužel nejméně jedna generace lesníků je poznamenána technokratickým nazíráním na lesní těžbu. Tito lesníci považují lesní těžbu za záležitost ryze technickou, a proto považují škody na lesních ekosystémech, ke kterým při těžbě a dopravě dříví v lesních porostech dochází, za běžný průvodní jev a nezamýšlí se nad tím, zda by bylo možné takové škody vyloučit nebo alespoň omezit.

Lesní těžbu nelze redukovat na prosté těžební či sklizňové práce, ale v lesním hospodářství na ekosystémovém základě jsou veškeré lesnické činnosti nástroji cíleného ovlivňování lesních porostů, jehož cílem je ekologická stabilita lesů, ze které se odvíjí trvalost dalších funkcí lesů, včetně funkce produkční. Proto lesní těžba hledá taková řešení, která respektují ekosystémové vazby a nenarušují plnění mimoprodukčních funkcí lesa. **Těžba dříví je tedy technickou činností, ale jejím hlavním účelem je být nástrojem v rukou lesního hospodáře – nástrojem k udržování ekologické stability lesních porostů a trvalosti plnění všech jejich funkcí**. Proto musí být volba těžebních technologií podřízena tomuto hlavnímu cíli.

Výrobní proces výroby surového dříví je tvořen výrobními fázemi: těžba dříví, soustřeďování dříví, odvoz dříví a výroba sortimentů. Výrobní fáze těžba dříví a soustřeďování dříví zahrnují operace vykonávané mezi lokalitami „pařez“ (P), „vývozní místo“ (VM) a „odvozní místo“ (OM), kterými jsou vždy kácení, vyklizování (sestavení nákladu) a přibližování (vyvážení) dříví. Mimoto bývají na lokalitách P, VM a OM vykonávány operace odvětvování a krácení, patřící do výrobní fáze těžba dříví, a některé operace zařazované do fáze výroba sortimentů, jimiž jsou odkorňování, druhování (manipulace řezem), třídění, štípání a štěpkování. Způsoby provádění operací se v průběhu času mění podle používaných pracovních prostředků (kácení sekerou, ruční pilou, řetězovou pilou, hydraulickými nůžkami), ale počet operací se pravděpodobně měnit nebude. Možná je jejich integrace, nebo neprovedení některé z nich. Charakteristické je, že sled operací, ani místo jejich vykonání nejsou striktně dány. S výjimkou kácení, které nemůže být provedeno jinde než v lesním porostu, existuje v procesu výroby surového dříví **kombinační volnost** při sestavování sledu operací a volby lokalit, na kterých mohou být vykonány. Např. odvětvování může být provedeno v porostu, na lince, na odvozním místě, nebo na manipulačním skladě. Příčné řezy mu přitom mohou předcházet, nebo jej následovat. Z toho je patrné, že lokalita realizace operací výrobních fází těžba dříví a výroba sortimentů je vhodným rozlišovacím znakem těžebních technologií. Proto byla za základ **systematiky těžebních metod** vzata **forma dříví, ve které je surové dříví dopraveno na odvozní místo**. Podle toho rozeznáváme **tři základní metody** (sortimentní, kmenová, stromová), a lze předpokládat, že tato systematika bude použitelná dlouho, protože nebude ovlivněna změnami sortimentní skladby dodávek dříví, změnami hospodářských způsobů, ani vývojem mechanizačních prostředků. V průběhu času budou jistě některé technologické postupy ztrácet na významu, jiné přestanou být používány vůbec, ale je nepravděpodobné, že by vznikl nějaký technologický postup, který by nebyl zařaditelný do tohoto systému.

13.3.1. Metoda sortimentní

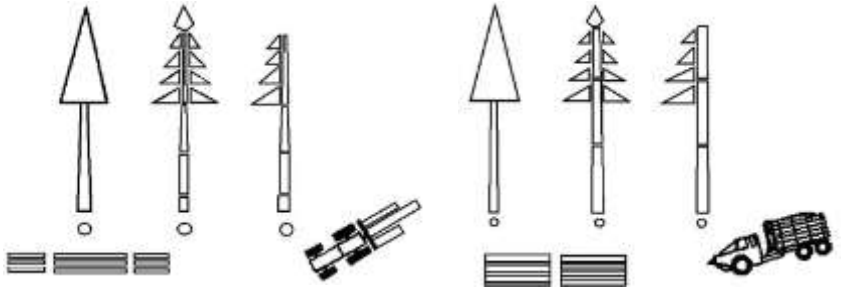
Sortimentní metoda je nejstarší metodou, používanou v těžbách výchovných i obnovních. Hlavním důvodem jejího užívání byla v období manuálního a animálního soustřeďování dříví nízká disponibilní tažná síla. Proto bylo nutné vytěžené dříví řezem rozdělit na kratší, fyzicky zvládnutelné výřezy, a bylo vhodné je odkornit pro snížení vlečného tření, a ponechat proschnout pro snížení hmotnosti. Odvoz vyrobeného dříví si zajišťovali odběratelé, kteří si odváželi jen ten sortiment, o který měli zájem. Nebylo tedy nezbytné mít na odvozním místě všechny vytěžené sortimenty současně. Ve světě se sortimentní metoda používá jak v těžbách obnovních, tak výchovných, ale v poměrech ČR ztratila na významu v době nástupu traktorového soustřeďování, kdy byly obnovní těžby pokryty traktory, a kapacita koní se přesunula do výchovných těžeb, kde jejich tažná síla na soustřeďování kmenů postačovala. V souvislosti s tím byla v období řízené ekonomiky prohlášena metoda kmenová s druhováním na manipulačních skladech za hlavní, a byla prosazována i administrativními metodami. V oblastech s vyšším objemem mýtní listnaté těžby se sortimentní metoda udržela, protože soustřeďování kmenů či stromů je u netvárných a větevnatých listnáčů s vyšší hmotnatostí obtížné, až nemožné. Dalším důvodem, proč se kmenová metoda u listnatého dříví neprosadila, bylo, že manipulační sklady pro druhování listnatého dříví nebyly k dispozici a použití motorových pil pro druhování na skladech nebylo o mnoho výhodnější než druhování v porostu.

Počátkem 70. let se ze Skandinávie do ČR rozšířila sortimentní metoda v předmýtních těžbách, jako motomanuální technologie, založená na „severském způsobu práce“, tj. na kácení a odvětvování motorovou pilou (v té době bylo u nás odvětvování prováděno sekerami) a ručním snášení výřezů standardních délek k linkám, s jejich následným vyvážením sortimentní vyvážecí soupravou. Přínosem byl nárůst produktivity práce a pokles poškozování předmýtních porostů. Nevýhodou byla fyzická namáhavost při snášení výřezů, vedoucí ve Skandinávii k rychlému vývoji mechanizované sortimentní metody s použitím procesorů a později harvestorů. U nás však fyzická namáhavost při snášení výřezů nástup této metody utlumila.

Varianty těžební metody sortimentní

Varianta s úplným druhováním dříví u pařezu se vyznačuje tím, že na odvozní místo je dopraveno surové dříví ve formě úplně vydruhovaných sortimentů, adjustovaných k prodeji, což jsou sortimenty různých délek i tvarů, tj. výřezy, polena i kuláčky.

Varianta výřezů standardních délek je spojována s vyvážením surového dříví na OM sortimentním vyvážečem, protože je při ní dříví před vyvážením zkráceno na výřezy stejných délek (2, 4, 5, či 6 m). Soustřeďováno je netříděné dříví (u 2 m výřezů vlákninové dříví, palivo i tyčové výřezy).



Varianta s úplným druhováním u pařezu Varianta výřezů standardních délek

Obr. 13.6. Metoda sortimentní

13.3.2. Metoda kmenová

Kmenová metoda je mladší než sortimentní, protože její použití bylo umožněno až nasazením prostředků s vyšší tažnou silou. Jejím přínosem je přenesení části prací z porostu na odvozní místo, případně na manipulační sklad, tedy zprůmyslnění výroby při zvýšení kultury, hygieny a bezpečnosti práce; i to, že umožňuje širokou škálu technologických variant. Výhodou kmenové metody oproti sortimentní je menší počet přejezdů přibližovacího prostředku terénem, nutných pro transport stejného množství dříví; a přínosem varianty s druhováním na manipulačním skladě jsou lepší předpoklady pro zhodnocení dříví. V selektivních těžbách je nevýhodou vyšší poškozování stojících stromů v porostu, závisející na délce vyklizovaného dříví a vzdálenosti těženého stromu od linky. Pro odvoz dříví jsou potřebné vyšší kapacity, protože na rozdíl od sortimentní metody narůstají druhotné odvozy, tj. odvozy sortimentů ze skladu dříví odběratelům. Budování a údržba manipulačních skladů jsou nákladnou záležitostí (zábor půdy; zpevnění ploch; vlastní skladová technologie – nakladače, dopravníky, jeřáby, manipulační linky, odkorňovače, štípačky; spotřeba elektrického proudu, tepla, vody; stavba a údržba provozních budov a sociálních zařízení; údržba technologických uzlů; likvidace kůry a odpadů; atd.).

Varianty těžební metody kmenové

Varianta s druhováním na odvozním místě se vyznačuje dopravou surového dříví na OM ve formě surového, resp. kráceného surového kmene, na OM je vykonáno úplné druhování.

Varianta s druhováním na manipulačním skladě se odlišuje tím, že je surové dříví po dopravení na OM ve formě surového, resp. kráceného surového kmene dále transportováno až na MS, kde je provedeno úplné druhování.

Varianta s druhováním na odvozním místě Varianta s druhováním na manipulačním skladě

Obr. 13.7. Metoda kmenová

13.3.3. Metoda stromová

Stromová metoda se rozvinula, až když byly k dispozici prostředky pro mechanizované odvětvování, a přibližovací prostředky s dostatečnou tažnou silou, protože vlečení stromu s větvemi vyžaduje tažnou sílu o 25-30 % vyšší než vlečení kmene.

Hlavními přínosy stromové metody jsou:

- vyloučení motomanuálního odvětvování jako operace s vysokou pracností (spotřeba času na odvětvování činí v jehličnatých těžbách až 70 % času na celou výrobní fázi těžba dříví), a s největší četností úrazů (úrazy při odvětvování motorovou pilou jsou nejčetnější, byť s nižší závažností než při kácení)
- přenesení části prací z porostu na příznivější místo
- vyklizení klestu z těžební plochy současně s těžbou, významné u porostů s přirozeným zmlazením, kde je rychlost vyklizení klestu limitující pro zachování zmlazení
- koncentrace těžebního odpadu pro případné další zpracování.

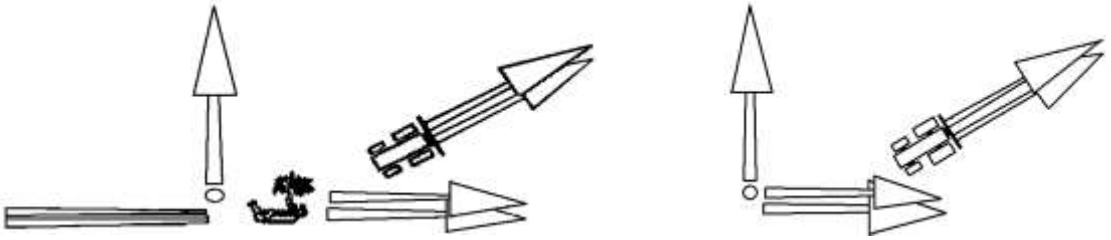
Zvažovat je však třeba i **nevýhody stromové metody**:

- vyšší poškozování stojících stromů v selektivních těžbách
- vyšší energetická náročnost soustřeďování dříví vyvolaná vyšší potřebou tažné síly
- ztráta kapacit prostředků pro soustřeďování dříví, vyvolaná nižší vytížitelností prostředku kmenovým dřívím při jedné jízdě
- vyšší energetická náročnost odvozu dříví a ztráta kapacit v odvozu kmenového dříví u varianty s odvětvováním na manipulačním skladě, vyvolaná nižší vytížitelností odvozních prostředků kmenovým dřívím. Ztráty kapacit a vyšší energetická náročnost, vztažené k soustřeďování a odvozu kmenového dříví mohou být kompenzovány současným transportem klestu ke štěpkování.

Rozdíl aplikace stromové metody v těžbách obnovních a výchovných spočívá především ve způsobu soustřeďování dříví. V obnovních těžbách je obvykle možný pohyb po celé těžební ploše, a proto lze použít sběrné lano, vyvážecí soupravu se svěrným oplenem, případně káceč-vytahovač, káceč-přibližovač, či káceč-hromádkovač s navazující technologií. Ve výchovných těžbách je však nutné vyklizovat jednotlivé stromy nitrem porostu. Perspektivní modifikací stromové metody v listnatých obnovních těžbách je soustřeďování celých stromů (pokud je to vzhledem ke tvaru a hmotnatosti stromů, konfiguraci terénu a přibližovací dráhy možné), s odříznutím a seštěpkováním celé zavětvené zóny stromu na OM.

Varianty těžební metody stromové

Varianta s odvětvením na odvozním místě se vyznačuje dopravou surového dříví na OM ve formě celých stromů s větvemi. Odvětvení se realizuje na OM (protahovacím odvětvovacím strojem, nebo procesorem), a druhování může proběhnout ve variantách: a) na OM (při použití procesorů je odvětvování a druhování integrováno), b) na manipulačním skladě.



Varianta s odvětvením na odvozním místě Varianta s odvětvením na manipulačním skladě

Obr. 13.8. Metoda stromová

Varianta s odvětvením na manipulačním skladě se rovněž vyznačuje dopravou celých stromů na OM, ale při této variantě jsou celé stromy transportovány dále až na manipulační sklad (centrální místo zpracování), kde proběhne jejich odvětvení, úplné druhování i štěpkování klestu.

13.3.4. Technologie se štěpkováním dříví

Technologie se štěpkováním dříví nevybočují ze systematiky těžebních metod, protože lesní štěpka je sortimentem. Při štěpkování celých stromů v porostu či na lince, a dopravení štěpek na OM se jedná o metodu sortimentní, při soustředění celých stromů na odvozní místo a jejich štěpkování tam, se jedná o metodu stromovou. Protože se však štěpkují nejen celé stromy, ale i klest po odvětvování, těžební odpad, manipulační zbytky a dříví z energetických lesů, vyčleňujeme těžební technologie se štěpkováním (drcením pařezů) samostatně, jako technologie pro využívání netradičních zdrojů dendromasy.

Charakteristika mechanizačních prostředků pro štěpkování dříví je uvedena v kap. 13.7.

Produktem štěpkování dendromasy je **lesní štěpka**, odlišující se od ostatních sortimentů mírou dezintegrace, neumožňující přímou zaměnitelnost s ostatními sortimenty. Štěpkováním celých stromů se výtěž stromové hmoty zvyšuje o 20-25 %, ale ve formě, která není srovnatelná kvalitou, cenou, ani náklady na výrobu s ostatními sortimenty. Přínosem štěpkování je mimo vyšší výtěže dendromasy a snížení pracnosti na těžbu dříví (pokud je odvětvování zcela, nebo zčásti nahrazeno štěpkováním); zvýšení čistoty lesních porostů; lepší ochrana proti škodlivému hmyzu, hlodavcům a zplesnivění zmlazení pod klestem; menší riziko požárů; a usnadnění zalesňování na vyčištěných těžebních plochách.

Vzhledem k tomu, že náklady na výrobu štěpky jsou vysoké, ale realizační cena nízká, musí se dodržovat zásada neštěpkovat materiály, které jsou prodejné ve formě jiného sortimentu surového dříví. Podle určení štěpky k dalšímu zpracování musí být modifikovány výrobní postupy. Je-li štěpka určena k výrobě krmných přísad nebo pro kosmetické účely, musí být ke zpracování doručena co nejdříve od pokácení vstupního materiálu. Proto musí výrobní proces kontinuálně navazovat na těžbu. Je-li štěpka určena pro energetické nebo technologické účely, je žádoucí ji dodávat s nižší relativní vlhkostí, než má dřevo ihned po skácení, a bez obsahu vegetačních orgánů. Protože dodatečné sušení štěpek je technicky obtížné a nákladné, přerušuje se výrobní proces tak, že se vstupní materiál pro štěpkování ponechává na vzduchu proschnout až do samovolného opadu vegetačních orgánů a štěpkuje se až poté. Nevýhodami štěpkování (drcení) je nevratný způsob zpracování (ze štěpky již nelze získat homogenní materiál), riziko odnímání živin a organického materiálu k humifikaci na chudých stanovištích a investiční a energetická náročnost.

13.3.5. Technologie, označované v zahraničí jako těžební metody

Termínem těžební metoda (logging method), bývají někdy v zahraničí označovány těžební technologie i způsoby těžby. Aby nedošlo k nedorozumění, následuje přehled nejznámějších z nich:

Při **metodě stromových sekcí** kácí dřevorubec ve výchovných těžbách tenké stromy a delší z nich odhadem zkracuje na délku ložné plochy vyvážecí soupravy. Pokácené stromy a stromové sekce snáší k linkám, kde je ukládá do hromad pro vyvezení vyvážecí soupravou. Odvoz stromových sekcí se realizuje odvozními soupravami s kompaktačním zařízením (obdoba svěrných oplenů) a u zpracovatele se sekce hromadně odvětvují a částečně odkorňují v bubnových zařízeních. Hrubě odvětvené a odkorněné stromové sekce se štěpkují, a vyrobené štěpky se třídí na technologické a energetické.

Princip **sousedských týmů** (samovýroby) spočívá v bezplatném provedení výchovného zásahu za ponechání vytěženého dříví. Tento způsob těžby je obvyklý v okolí sídel, jako způsob aktivního trávení volného času, spojený se získáním palivového dříví pro vlastní potřebu. Vedoucí týmu musí mít kvalifikaci dřevorubce, ostatní členové skupiny mohou být amatéři.

Diameter-graded logging (dvoufázová těžba) znamená, že v první fázi jsou při průjezdu harvestoru porostem káceny všechny vyznačené stromy, ale odvětveny a zkráceny na výřezy jsou jen stromy s výtěží kulatinových sortimentů. Tenké stromy se nechávají po pokácení ležet, pro zpracování metodou stromových sekcí, která následuje v druhé fázi těžby. Důvodem použití metody je, že odvětvení tenkého i tlustého stromu harvestorem trvá téměř stejně dlouho, následkem čehož je odvětvení tenkých stromů harvestorem relativně drahé.

Při **sklizni energetických lesů** se jedná o sklizeň dříví charakteru proutí, a to buď mobilními sekačkami, které proutí oddělují od pařezu a kontinuálně štěpkují; nebo o seřezávání prutů těsně nad zemí a jejich vázání do svazků jedním strojem s následným štěpkováním celých svazků prutů strojem dalším. V obou případech je výsledným produktem energetická štěpka.

13.3.6. Perspektivy těžebních metod v ČR

V současné době ještě převládá ve všech druzích těžeb metoda kmenová, ale své postavení postupně ztrácí ve prospěch metody sortimentní. Ve výchovných těžbách se dostává do popředí zájmu nejen rychlost, ale i šetrnost realizace výchovných zásahů, a proto lze očekávat, že ve výchovných těžbách bude přechod k metodě sortimentní rychlejší než v těžbách obnovních, ve kterých je ještě brzděn setrvačností technologií s druhováním dříví na odvozních místech a manipulačních skladech. **Technologickou setrvačností** rozumíme užívání technologií, pro jejichž používání v praxi již neexistuje racionální důvod, ale které přetrvávají proto, že např. existuje neamortizované technické zařízení pro jejich provozování, nebo by přechod na jinou technologii byl neúnosně investičně náročný, či není řídicí a výkonný personál na jinou technologii myšlenkově a kvalifikačně připraven. Očekávat lze také výraznější diferenciaci mezi technologiemi velkovýrobními a malovýrobními, včetně farmářských technologií pro nejmenší lesní majetky a sezónní práce. S diferenciací velkovýrobních a malovýrobních technologií bude souviset i změna podílu strojní a manuální práce. Rychlost přesunu ke strojním (harvestorovým) technologiím bude záviset nejen na investičních možnostech podnikatelské sféry, ale i tempu zvyšování ceny tuzemské pracovní síly a možnostech zaměstnávat lacinou pracovní sílu za zahraničí.

13.4. Manuální a částečně mechanizované (motomanuální) těžební prostředky

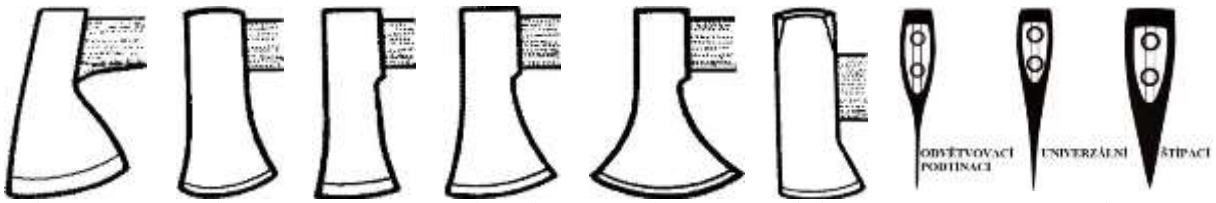
Technologie těžby dříví se liší podílem práce strojové a ruční, podle kterého je dělíme na **manuální** (s ruční prácí), **motomanuální** (s použitím ručních strojů – motorových pil a křovinořezů) a **mechanizované** (s použitím strojů). **Plně mechanizované technologie** jsou jen takové, ve kterých se lidská ruka vyráběného dříví nedotkne (s kácecími stroji, procesory a harvestory), a za **částečně mechanizované technologie** jsou považovány ty, u kterých je nezbytný určitý podíl ruční práce. Stimulace zvyšování podílu mechanizovaných technologií na celkovém objemu těžební činnosti vycházela v období řízené ekonomiky ze snahy omezit rozsah fyzicky namáhavých a rizikových prací vykonávaných pod vlivem povětrnosti a snížit riziko nemocí z povolání. K urychlení tohoto procesu byly využívány i mimoekonomické nástroje řízení. Výsledkem bylo přiblížení společenské úrovně práce v těžební činnosti průmyslové výrobě a zvládnutí velkovýrobních těžebních technologií s malou časovou ztrátou za státy s vyspělým lesním hospodářstvím. V tržní ekonomice je proces nárůstu podílu mechanizovaně vykonávaných prací motivován odlišně, protože odvod z vyplacených mezd slouží jako zdroj financování státní sociální politiky. Proto mají podnikatelé zájem snižovat objem vyplacených mezd snižováním počtu zaměstnanců. Současný stav v ČR je poznamenán tím, že řada faktorů teprve krystalizuje a relativně nízká úroveň mezd stimuluje náhradu ruční práce prací strojovou jen do určité míry.

13.4.1. Ruční nářadí

V ČR je ruční nářadí opomíjeno uživatelskou sférou i výzkumem, ale ve světě význam ručního nářadí neklesá ani s rozvojem strojních technologií. Do provozu jsou zaváděny nové typy nářadí, umožňující progresivní techniku práce s nižším výdejem energie a s nižší spotřebou času, že jim někdy obtížně konkurují i technologie motomanuální. Některé tradiční nářadí svůj význam v průběhu času ztratilo (loupáky a škrabáky kůry, sekery, pily, přetlačné vidlice), nebo se používá jen regionálně, a naopak, některé nářadí bylo nově vyvinuto (přetlačná lopatka, dřevorubecký háček, samosvorné kleště). Podle způsobu použití se dřevorubecké ruční nářadí rozděluje do skupin:

- hlavní dřevorubecké nářadí
- pomocné dřevorubecké nářadí
- udržovací dřevorubecké nářadí
- nářadí k měření a označování zpracovaného dříví.

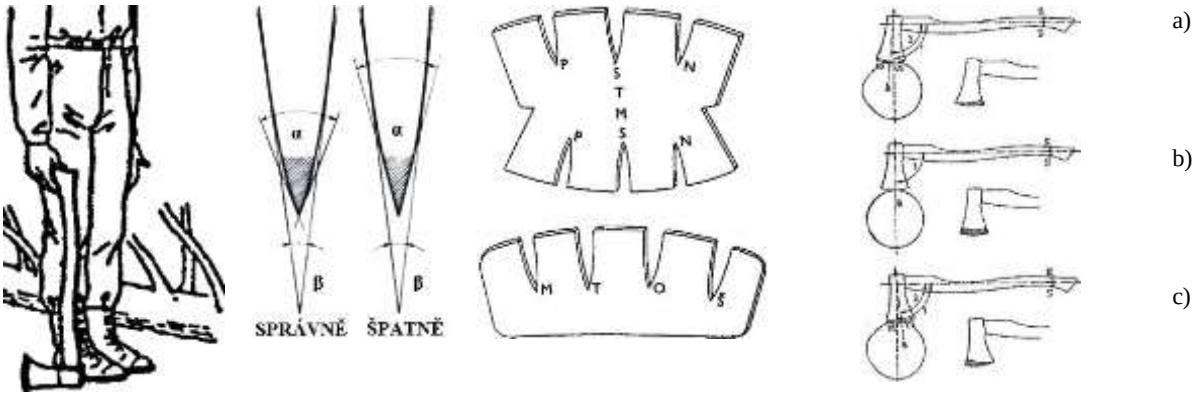
Mezi **hlavní dřevorubecké nářadí** patří sekery a pily. **Sekera** je nejstarším nástrojem, který lidstvo používá k opracování dříví. Je to jednoduchý, účinný nástroj, jehož nejdůležitějšími částmi jsou břit s ostřím a výbrus. Na přechodu mezi břitem a výbrusem je zaoblené, vyklenuté bříško, kterým se při sekání odděluje od rostlého dřeva břitem odříznutá tříska. Do měkkého dříví se dělá břit ostře klínovitý a protáhlejší, do tvrdého dříví kratší a tupější. Do měkkého dříví se používají sekery spíše těžší, do tvrdého lehčí. Podle toho, k jaké práci jsou sekery určeny, liší se jejich typy tvarem, hmotností a celkovou úpravou, podle níž je dělíme na **sekery podtínací**, **odvětvovací**, **štípací**, **univerzální**, **osekávací** a **dřevorubecké kalače**. Kalače jsou nejtěžšími sekerami (až 4 kg) sloužícími ke štípání polen či zatloukání štípacích klínů. Z důvodu vysoké fyzické namáhavosti a rizikovosti ručního štípaní jsou na skladech dříví (i v domácnostech) nahrazovány hydraulickými nebo řetězovými štípačkami.



odvětvovací podtínací štípací univerzální osekávací kalač tvary ostří seker

Obr. 13.9. Sekery

Aby byla účinnost sekery maximální, musí mít optimální délku topůrka (ta se stanovuje podle výšky postavy a délky ruky tak, že při vzpřímeném stoji spočívá dlaň na konci topůrka), a být na něm správně nasazena. Osa topůrka musí být rovnoběžná s břitem a úhel svíraný osou topůrka a osou sekery musí být vhodný pro typ použití (podtínací sekera může být „podsazená“, štípací může být „natažená“). Nejčastější **úhel závěsu sekery**, jak se tento úhel nazývá, je 90° (sekera nasazená „na rovno“). Další podmínkou účinnosti sekery je její správné ostření. Pro přesné dodržení optimálních tvarů jednotlivých částí sekery (tvar břitu, úhel břitu a výbrusu), je vhodné při ostření sekery používat příslušný typ šablony.

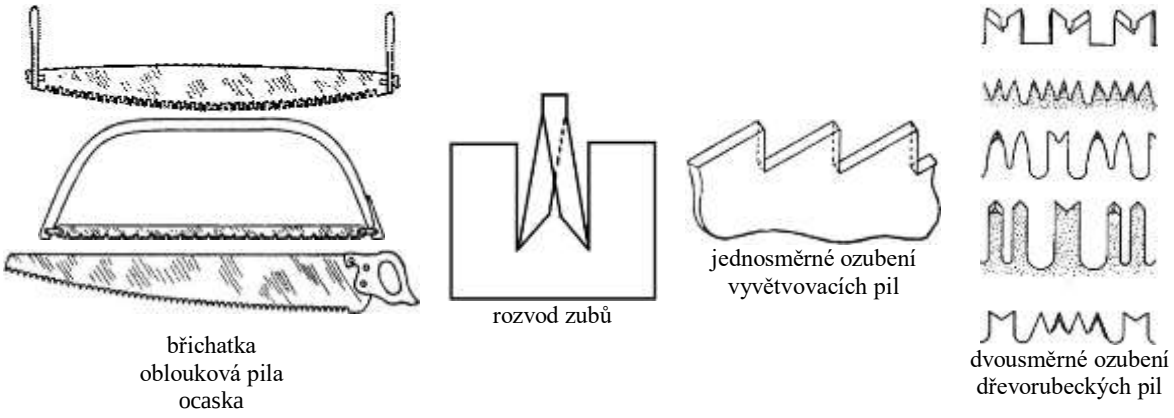


správná délka topůrka úhel ostří a výbrusu šablony profilů ostří správné (b) a nesprávné (a, c) nasazení sekery na topůrku

Obr. 13.10. Sekery – údržba

Dřevorubecké pily rozlišujeme podle tvaru, způsobu napínání pilového listu a směru řezání. **Břichatka** se skládá z nenapínaného pilového listu s rovným či prohnutým hřbetem (obloukovitého tvaru) a držadel. **Oblouková pila** je tvořena rovným, napínaným pilovým listem a různě tvarovaným napínacím obloukem s napínací pákou, sloužící i k uchopení pily.

Oba typy pil jsou **dvousměrné** (dvojčinné) - jejich pilové listy jsou opatřeny ozubením řezajícím v obou směrech pohybu. Na rozdíl od nich jsou **dřevorubecké ocasky** (vyvětvovací pily) **jednosměrné** (jednočinné) - jejich ozubení řeže jen v jednom směru pohybu, a to při tahu pily k sobě. Používána je řada různých **ozubení**, lišících se tvarem zubů, vzdáleností mezi nimi, tvarem dásen (prostorů pro vynášení pilin z řezu) a řešením případných hoblovacích zubů, např. ozubení trojúhelníkové nepřerušované, trojúhelníkové přerušované, korunkové, tvaru M, EIA, hoblovací atd. Aby nebyl pilový list při řezání svírán v řezu, musí být řezná spára širší než tloušťka pilového listu. Proto musí být zuby přiměřeně rozvedeny – vychýleny střídavě na obě strany. **Rozvod** musí být přesný na obě strany, jinak pila neřeže rovně, ale podřezává.

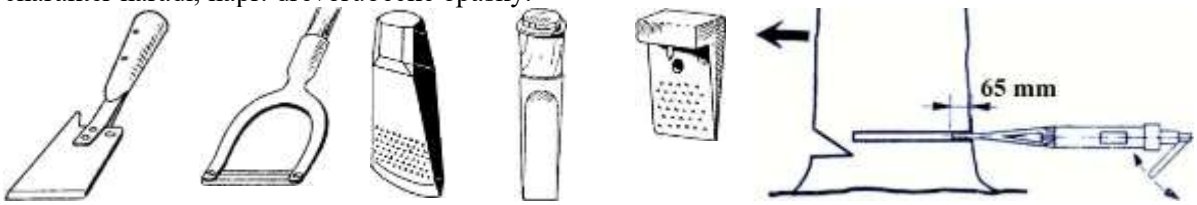


Obr. 13.11. Ruční dřevorubecké pily

Pomocné dřevorubecké nářadí je používané k určitým operacím či úkonům, nebo k usnadnění práce. **Škrabáky na kůru** se používají při ručním odkorňování dříví do hněda. Jsou to ocelové nože různého tvaru nasazené na dřevěnou násadu. Podle jejich řešení a použití jsou to škrabáky na tlak, škrabáky na tah a škrabáky dvousměrné (na tah i tlak). **Loupáky na kůru** půlměsícovitého tvaru s tupým ostřím a ostrými hroty (ostruhami) se používají při výrobě třískové kůry. **Dřevorubecké klíny** se používají v následujících případech: a) při kácení stromů k zabránění sevření pily v řezu (udržení šířky řezné spáry) a k usměrňování kácených stromů do žádoucího směru pádu, b) k zamezení svírání pily v řezu při příčných řezech, c) ke štípání dříví. Při kácení stromů tlustších se používají klíny s obvyklým stoupáním 10-12°, s délkou 110-260 mm a šířkou 60-80 mm, zatímco při kácení stromů tenčích převládá používání dřevorubecké lopatky. Při vkládání klínu za lištu motorové pily nelze vyloučit, že řetěz pily klín nezachytí, a proto se používají klíny z plastických hmot a měkkých slitin, nezpůsobující poškození pilového řetězu. Při kácení stromů mimořádných dimenzí, nebo stromů vychýlených mimo těžiště není zdvihací síla **tažných** klínů dostatečná, a proto se používají **hydraulické klíny** se zdvíhací silou 14-17 kN, které jsou konstrukčně upravenými hydraulickými zvedáky. Alternativou jsou **mechanické klíny** se zdvíhací silou do 4 kN. V obou případech je vysunováno hydraulickým pístem, nebo mechanickým převodem klínovité rozvírací těleso mezi dvě ocelové planžety vsunuté do řezné spáry. Tím jsou planžety od sebe oddalovány a zdvihací síla přenášena na stěny spáry, čímž je strom vychylován do směru pádu. **Klíny do řezu** jsou užší (se stoupáním cca 6°) a vybavené záchytkou, aby po dořínutí zůstaly zachyceny na horní straně přeřezávaného kmene a nepropadly na řetěz pily. **Klíny štípací** slouží k ručnímu štípání dříví, a mají ze všech klínů nejvyšší stoupání 14° a více, jejich šířka je obvykle 55 mm a délka 250-260 mm. Některé klíny (typ Sandvik) jsou v podélném směru zkrouceny, což usnadňuje rozštípnutí i obtížně štípatelných dřev. Při úderech kalačem na železný štípací klín vznikají na klínu otřepy, které se při údržbě odstraňují pro vyloučení rizika zranění odlétnutým otřepem. Kombinované klíny (z bezešvé trubky a dřeva) nepřenáší tak tvrdé otřesy na paže dřevorubce a nehrozí u nich otřepy. **Obracáky** se používají k obracení kmenů, uvolňování zavěšených stromů a k rozvalování hromad dříví. Sestávají z háku pohyblivě připevněnému k sochoru. Při práci se hák zaklesne za kmen a sochor slouží jako páka. K disposici jsou též obracáky, které jsou namísto kovového háku s okem, vybaveny textilním úvazkem, který se obepne okolo kmene a do vytvořené smyčky se vloží sochor, s jehož pomocí se strom otáčí. Výhodou této konstrukce je flexibilita, malá hmotnost a rozměry. **Skoblice (sapina)** je pákový nástroj k uvolňování zavěšených stromů, k rozvalování hromad dříví a k přemisťování výřezů dříví koulením a potahováním na krátké vzdálenosti. Užívá se zejména na skladech dříví. **Ruční sapina** slouží pro manipulaci s rovnaným dřívím. **Přetlačná tyč** (dřevěná tyč s dvouhrotou kovovou vidlicí na konci) se používá při kácení k přetlačování tenkých stromů do žádaného směru pádu. **Pořiz** je jednostranně broušený ocelový nůž se dvěma rukojeťmi, používaný při ručním odkorňování vlákniny do běla a při opracovávání topůrek, násad, kůlů apod. Ocelový **dřevorubecký háček** (kombinovaný někdy s držákem lesnické křídy) se používá k obracení a snášení rovnaného dříví, tyčí a tenkých stromů v prořezávkách a prvních probírkách. Lze jej použít i pro usměrňování tenkých stromů do směru pádu a zajištění řezné spáry před sevřením. **Samosvorné vynášecí kleště**, pracující na principu samosvorné dvojzvratné páky slouží pro snášení krátkých výřezů v motomanuální sortimentní metodě a vynášení tenkých sortimentů dříví. **Dřevorubecká lopatka** bývá kombinovaná s obracákem. Při kácení se používá místo tažného

klínu při usměrňování stromů o tloušťce na pařezu do 35 cm do směru pádu. Je vyrobena jako svařenec ocelových komponent, na jednom konci má ocelovou plošku, která se při kácení vkládá do řezné spáry hlavního řezu a zamezuje sevření lišty v řezu, na opačném konci je rukojeť, za kterou se lopatka buď přitahuje vzhůru, nebo stlačuje dolů, čímž napomáhá při vychylování stromu do směru pádu. Délka lopatky je 80-130 cm. Poměrem silových ramen na lopatce se zvětšuje silové působení dřevorubce na strom až desetinásobně. **Spínač kmenů** zabraňuje rozštípnutí paty kmene při kácení stromů silně napružených, nakloněných, nahnilých a zmrzlých. Tvořen je řetězem (ocelovým lanem, textilní páskou) s pákovým upínacím zařízením. Používá se především v kalamitních těžbách. **Stahovák zavěšených stromů** je malým ručním navijákem, u kterého ráčnová západka zabraňuje zpětnému uvolnění bubnu navijáku, pokud přestane působit síla dřevorubce na páce. Upevňuje se pomocí textilního úvazku na strom či pařez v bezpečné vzdálenosti od stahovaného stromu. Podle typu (řetězové, lanové, rohatkové, lanové čelisťové) jsou schopny vyvinout tahovou sílu až 32 kN.

Mimo uvedeného nářadí existuje historické, či regionálně užívané nářadí: kroužkovač kmenů (k odstraňování pruhu kůry v místě měření tloušťky kmene); lesní sekáč (silný, srpovitě zahnutý nůž pro úpravu pracoviště před kácením); mačeta (pro vytínání nežádoucích dřevin a křovitého podrostu); lesní krumpáček (kombinace motyky a sekery); kozlík nebo popruh pro snazší odvětvování tenkých stromů v předmýtní těžbě atd.
Pro úplnost bývají do skupiny pomocné dřevorubecké nářadí zařazovány i pomůcky nemající charakter nářadí, např. dřevorubecké opasky.

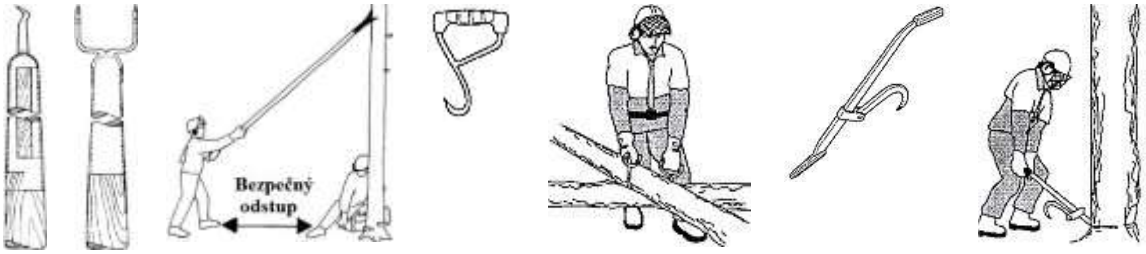


škrabák jednosměrný | škrabák obousměrný | klín kovový | klín kombinovaný | klínek do řezu | princip hydraulického i mechanického klínu

Obr. 13.12. Pomocné dřevorubecké nářadí

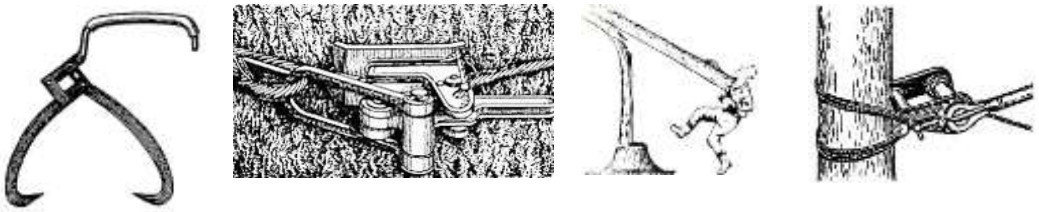
dvoukruhový obracák | skladový obracák | skoblice (sapina) | práce s ruční sapinou

Obr. 13.13. Pomocné dřevorubecké nářadí



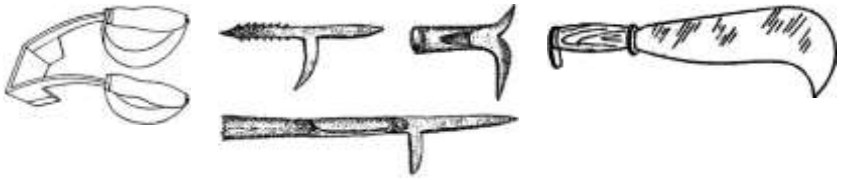
přetlačná tyč a její použití | dřevorubecký háček a jeho použití | dřevorubecká lopatka a její použití

Obr. 13.14. Pomocné dřevorubecké nářadí



vynášecí kleště | spínač kmenů a možný následek jeho nepoužití | stahovák zavěšených stromů

Obr. 13.15. Pomocné dřevorubecké nářadí



kroužkovač kmenů plavecký bodec lesní sekáč

Obr. 13.16. Regionální a historické pomocné dřevorubecké nářadí

Za **udržovací dřevorubecké nářadí** považujeme veškeré nářadí a pomůcky určené k údržbě (a seřizování) hlavního a pomocného dřevorubeckého nářadí. Mimo ocelových kartáčů, škrabek a štětců pro očištění nářadí před jeho údržbou a ostřením to jsou pro ruční pily rozvodky na zuby pil, rozvodové kleště, kladívka a kovadlinky na rozvádění zubů pil břichatek, zkracovače zubů pil, srovnávače hrotnice, svěráky či svěrákové stolice na ostření pil, směrovky pro snazší udržení směru tahu pilníkem při ostření, měřidla rozvodu (zářezová či ručičková) a pilníky. Pro sekery jsou to šablony na břity, pilníky a brousky. V našich poměrech působí toto nářadí poněkud archaicky, ale ve světovém měřítku je stále vysoce aktuální (viz kapitola Těžební a dopravní technologie v rozvojových zemích). U motorových pil je to nářadí dodávané s pilou: kombinovaný klíč (maticový klíč + šroubovák), ploché klíče, maznice, měrka na kontrolu a úpravu výšky omezovacího zubu, držák na kulatý pilník, měrka řetězu a pilníky kulaté a plochý.

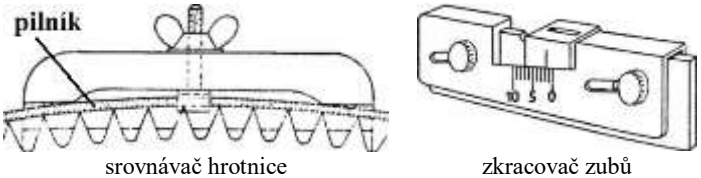
rozvádění zubů pily rozvodkou, a kontrola rozvodu měřítkem rozvodu a rozvodovým klínkem

rozvádění zubů břichatky na kovadlince

Obr. 13.16. Rozvod zubů pil a jeho kontrola

měřítko rozvodu rozvodový klínek směrovka svěrák pro ostření pil

Obr. 13.17. Udržovací dřevorubecké nářadí

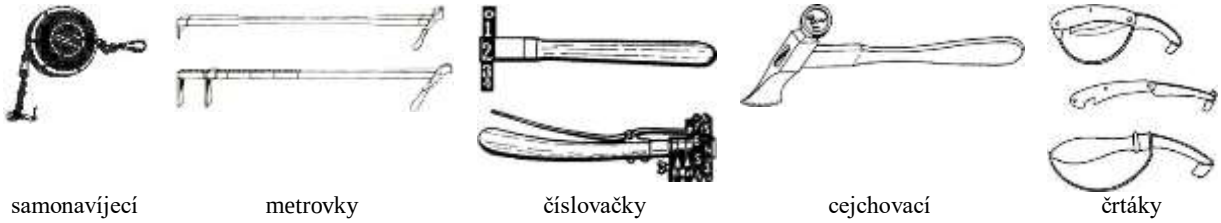


srovnávač hrotnice zkracovač zubů

Obr. 13.18. Udržovací dřevorubecké nářadí

Ke zjišťování množství vyrobeného dříví a jeho označování se používá **nářadí k měření a označování dříví**. Pokácené dříví a délka sortimentů se měří **dřevorubeckým samonavíjecím pásmem**, dodávaným v délkách 15, 20 a 25 m, opatřeným sklopným háčkem, který se zaklesne na okraj měřeného kusu a po jeho změření se trhnutím za pásmo háček uvolní a pásmo se svine. Při práci má dřevorubec pásmo připnuté na opasku. Na manipulačních skladech se dříví výjimečně měří i **metrovkami**. Tloušťka sortimentů se měří **průměrkami**, mechanickými či elektronickými dotykovými měřidly, které jsou pro tento účel výhradně kovové, na rozdíl od průměrek taxačních, které mohou být dřevěné či z plastu. Průměrky jsou dodávány pro tloušťky 30-100 cm. K označování

vyrobeného dříví se používá vyražení značek (písmen a číslic) nesmytelnou barvou **číslovačkou** (jednokruhovou či dvoukruhovou) do dřeva, nebo připevňování značek na plastikových štítcích na dříví **značkovacími kladivy**. **Kladívko cejchovací** (cejchovačka) je sekerka, jejíž týlní část je protažena a zakončena ploškou s vystouplými značkami dodavatele či nabyvatele dříví. Tímto nástrojem se do dřeva vyráží značka, kterou se při příjmu sortimentu do evidence ověřuje, že příslušný kus dříví byl zaregistrován v provozní evidenci. Při přejímce dříví odběratelem cejchuje přejímající převzaté kusy vlastnickým cejchem, aby při expedici dříví nedošlo k jejich záměně. Do skupiny nářadí k označování dříví lze zařadit i **črták**, kterým lze vyznačovat k těžbě jen stromy, které budou bezprostředně pokáceny. Nelze jím vyznačovat úmyslné těžby pro další rok - ty musí být vyznačovány zásadně barvou.



samonavíjecí pásmo | metrovky | číslovačky | cejchovací sekerka | črtáky

Obr. 13.19. Nářadí k měření a označování dříví

Pracovní postupy s manuálními těžebními prostředky

V dnešní době k hlavním manuálním těžebním prostředkům řadíme sekeru a pilu. Přestože rozlišujeme množství variant těchto nástrojů dle účelu jejich užití, jsou základní konstrukční principy a pracovní postupy téměř neměnné již od dob jejich vzniku. Základem efektivní a bezpečné práce se všemi ručními nástroji je jejich bezvadný stav a stoprocentní zvládnutí techniky práce s nimi.

Práce se sekerou

Dříví štípáme na dřevěném špalku, který stojí pevně na rovném podkladu. Nikdy neštípáme na kamenech, na půdním povrchu, na betonu apod. Pracujeme vždy ve vzpřímené poloze ve stoje, mírně rozkročení tak, aby nedošlo v případě sklouznutí sekery k úrazu dolních končetin. Při štípání držíme sekeru za konec násady. Se sekerou pracujeme v přiměřené vzdálenosti od kolem stojících osob, nikdo se nesmí zdržovat v prostoru, který je při štípání ohrožen případným pádem uvolněné kovové části sekery. Při sekání na špalku nesmí materiál v místě dopadu sekery pružit – hrozí nebezpečí úrazu. Rovněž při odvětvování dbáme na to, aby větve nepružily. Vždy stojíme na opačné straně kmene, než na které odvětvujeme. Pokud není možné toto pravidlo dodržet, např. z důvodu velké tloušťky kmene, stojíme od kmene na straně odvětvování co nejdále. Začínáme odvětvovat ve spodní části koruny a postupujeme do její horní části. Větve osekáváme co nejtěsněji u kmene z té strany, kde s ním svírají tupý úhel. Pokud přidržujeme zpracovávaný materiál při sekání volnou rukou, dbáme na to, aby byla v případě sklouznutí sekery v dostatečné vzdálenosti od plánovaného místa záseku. Při přesekávání kmene nezatínáme sekeru kolmo k délce kmene, ale postupujeme pomocí střídavých záseků z levé a z pravé strany, tzv. klínování.

Po skončení práce sekeru očistíme a provedeme její údržbu (nabroušení, kontrola nasazení a zaklínování, stav násady). Během chůze držíme sekeru vždy za kovovou část těla ostřím dolů. Při přepravě je kovová část sekery chráněna pouzdrem.

Práce s ruční pilou

Při práci s pilou musí být řezané dřevo upevněno tak, aby nepružilo, nepohybovalo se a nesvíralo list pily. Řežeme vždy na podkladu (příčně položená kláda, kozlík apod.) tak, aby byl řez veden vždy mimo tento podklad. Při řezání můžeme buď stát, nebo klečet, dle typu pily ji vedeme jen jednou nebo oběma rukama. První zářez provádíme opatrně a pomalu. Pokud přidržujeme kmen volnou rukou, dbáme na to, aby během práce nedošlo ke zranění usmýknutím pily v řezu. Při práci na pilu netlačíme, sílu vkládáme do tahu, abychom nezlomili či jinak neznehodnotili list. Jednočinné pily řežou pouze v jednom směru při tahu k sobě, dvojčinné řežou v obou směrech. Pokud pracujeme s dvojčinnou pilou (např. s břichatkou nebo s obloukovou pilou) ve dvou lidech, tah provádíme vždy jen ve směru k sobě,

tah ve směru od nás vykonává druhý pracovník. U břichatky je pohyb listu mírně houpavý až kolébavý, práce ve dvou lidech vyžaduje cvik a naprostou souhru. Při sevření listu pily jej uvolníme buď natočením a odlehčením zpracovávaného kmene nebo použitím klínu. Během intenzivní práce se může teplota ostří pily výrazně zvýšit – proto pozor na nebezpečí úrazu popálením!

Po skončení práce pilu očistíme a provedeme její údržbu (nabroušení, kontrola poškození a vypnutí listu, kontrola rámu či rukojeti pily). Pilu při přenášení držíme vždy tak, aby byly vždy zuby listu obráceny k zemi. Při transportu je nezbytné list pily opatřit chráničem.

13.4.2. Motomanuální těžební prostředky – motorové řetězové pily

Motorová řetězová pila je nejrozšířenějším pracovním strojem v lesní těžbě. Název je zjednodušeným označením přenosného a jedním pracovníkem obsluhovaného stroje, poháněného vlastním motorem a opatřeného řezným nástrojem, tvořeným nekonečným pilovým řetězem, vedeným ve vodicí liště. Formálně správnějším označením je **přenosná motorová řetězová pila**.

Motorové pily lze rozlišovat podle řady kriterií

- druh pohonu: spalovací motor (dvoudobý, čtyřdobý), elektromotor (podle druhu a napětí elektrického proudu), hydromotor, pneumatický motor
- hmotnostní a výkonové třídy
- charakter konstrukce (pily jednomužné a dvoumužné, standardní a vyvýšené rukojeti, spalovací motor s vodorovným, šikmým či svislým uložením válce, elektromotor s příčným nebo podélným uložením apod.)
- účel použití (víceúčelové, jednoúčelové, speciální)
- kategorie užití (profesní, farmářské, hobby).

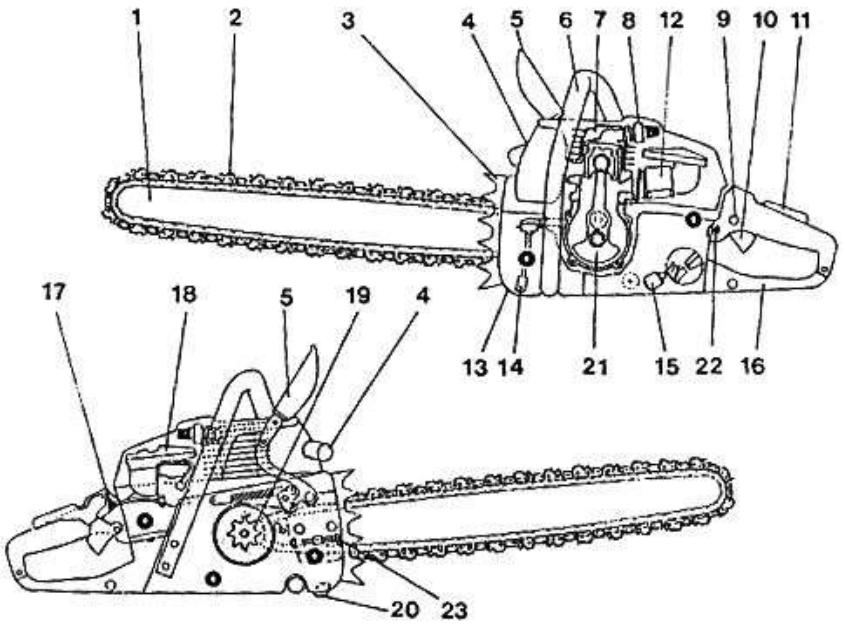
třída	hmotnost (kg)	zdvihový objem (cm^3)	výkon motoru (kW)
I. velmi lehké	4 - 5	30 - 40	1,1 - 1,9
II. lehké	6 - 7	50 - 60	1,9 - 2,6
III. středně těžké	8 - 10	60 - 80	2,6 - 3,4
IV. těžké	11-12	90 - 100	3,7 - 4,8
V. velmi těžké	>13	120 - 140	5,2 - 6,6

Tab. 13.15. Orientační rozlišení pil do tříd podle hmotnosti a výkonu motoru

Motorové pily jsou vybaveny **vysokootáčkovými motory** s max. výkonem při 9 000 $ot.min^{-1}$, ale při nezatíženém řetězu mohou dosáhnout max. otáčky 12-15 tis. a pilový řetěz může obíhat rychlostí 90 $km.h^{-1}$. **Převažujícím druhem** pohonu motorových pil jsou spalovací, zážehové dvoudobé motory, jejichž kliková hřídel je přímo (bez převodu) spojena přes odstředivou samočinnou spojku s hnacím ústrojím pilového řetězu. **Elektrické pily** jsou vybaveny speciálním elektromotorem, nejčastěji pro střídavý proud o napětí 230 V a s výkonem 1,4- 2,2 kW. Mají nižší vibrace a hlučnost, i menší hmotnost, mohou se používat v uzavřených prostorách a nevyžadují složitou údržbu. Jsou vhodné pro použití, kde není na závadu nutnost stálého připojení k elektrické síti přívodními kabely - řezání palivového dříví, stolařské a tesařské práce v interiérech. Ovládací prvky jsou podobné, jako u pil se spalovacím motorem a obdobné je i jejich držení a ovládání. Existují i malé elektrické pily poháněné stejnosměrným proudem o 12 či 24 V, a pily akumulátorové. Pily s hydromotory a pneumatickými motory jsou určeny pro speciální účely a v běžné praxi se nepoužívají. **Řazení pil do tříd** (viz Tab. 13.15.) je pouze orientační a slouží jako pomůcka při výběru motorové pily pro zamýšlený druh a způsob práce. Pro kácení jehličnatých stromů v mýtní těžbě postačí pily III. třídy, v listnatých porostech jsou vhodnější pily IV. třídy. Je vhodné, aby dřevorubec měl k dispozici vedle pily pro kácení též lehčí pilu pro odvětvování (třídy II). Pily třídy I jsou vhodné pro péči o stromy (stromová chirurgie a tvarování stromů). Pro zařazení pily do kategorie **profesní**, **farmářské** či **hobby** jsou hlavními znaky materiálové a konstrukční provedení komponent pily, ovlivňující komfort obsluhy, provozní spolehlivost a životnost pily. Po stránce bezpečnosti práce musejí vyhovovat stanoveným požadavkům všechny kategorie pil!

Konstrukce motorové řetězové pily se spalovacím motorem

Soudobé motorové pily se skládají ze tří hlavních celků: z části motorové, řezací a nosné. Vedle funkčních parametrů musí pily splňovat požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, proto jsou vybavovány **aktivními ochrannými prvky**, kterým jsou bezpečnostní brzda řetězu, ochranný kryt levé ruky, účinný antivibrační systém, účinný tlumič výfuku, vyhřívané rukojeti, rozšířená spodní část zadní rukojeti (ochrana pravé ruky), pojistka plynové páčky, spínač zapalování motoru, zachycovač řetězu, zubová opěrka, ochranný kryt řezací části, a alternativně bezpečnostní řetěz.



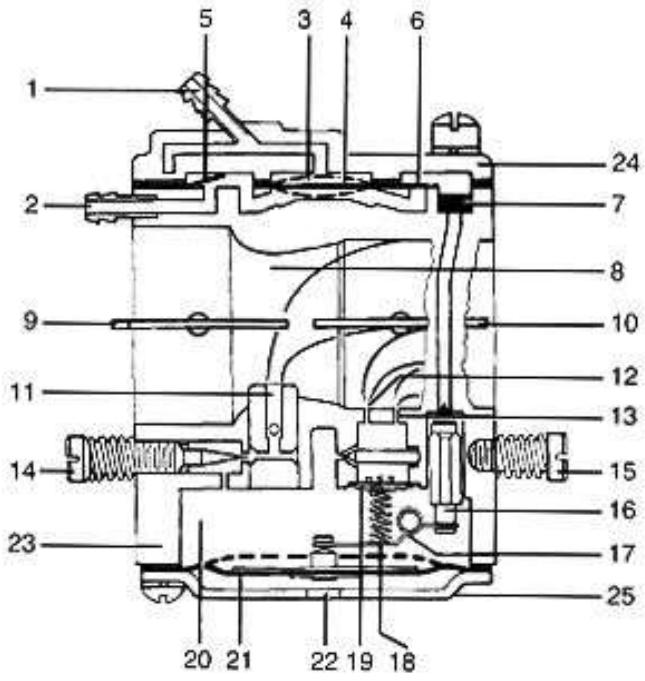
1 vodicí lišta
2 pilový řetěz
3 zubová opěrka
4 tlumič výfuku
5 brzda řetězu
6 přední rukojeť
7 válec motoru
8 zapalovací svíčka
9 aretace páčky plynu
10 páčka plynu
11 pojistka páčky plynu
12 čistič vzduchu
13 olejová nádrž
14 sací potrubí oleje
15 palivová nádrž
16 zadní rukojeť
17 vzduchová klapka (sytič)
18 tlumič sání vzduchu
19 hnací řetězka
20 zachycovač přetrženého řetězu
21 kliková hřídel
22 spínač zapalování
23 šroub napínání řetězu

Obr. 13.20. Konstrukce motorové řetězové pily se spalovacím motorem

Téměř výhradně je **motor** vzduchem chlazený dvoudobý pístový jednoválec s vratným pohybem pístu. Válec a píst jsou odlity z lehkých slitin hliníku a hořčíku. Píst je spojen ojnicí s klikovou hřídelí, která převádí předozadní pohyb pístu na pohyb rotační, a přímo pohání ventilátor (který je i rotorem magnetu zapalování), a nepřímo, přes odstředivou spojku, pohání hnací řetězku pilového řetězu. **Tlumič výfuku** snižuje hluk motoru, ochlazuje výfukové plyny a odvádí je od pracovníka. Je upevněn na stěně válce, má tvar ocelové krabice, opatřené uvnitř labyrintem. Moderní konstrukce tlumičů výfuku jsou účinné, přesto se hladina akustického tlaku L_{peq}, zjišťovaná podle ISO 7182, pohybuje okolo 100 dB (Stihl, Husqvarna). **Chlazení motoru** je ventilátorem s lopatkovým kolem, nasazeným na levé části klikové hřídele, který vytváří proud vzduchu, nasávaný z vnějšího prostředí přes otvory v krytu spouštěcího ústrojí a žene jej na žebrovaný válec.

Karburátor připravuje jemně rozprášenou směs paliva a vzduchu stabilně ve všech režimech chodu motoru v poměru 1:13 až 1:15 hmotnostních dílů. Bez výjimky se používají karburátory bezplovákové, membránové, schopné práce ve všech polohách. Nejznámějšími typy jsou Zama, Tillotson a Walbro. Karburátory jsou opatřeny palivovými nebo vstřikovacími tryskami. Karburátor je opatřen dvěma pryžovými membránami, z nichž jedna čerpá palivo z nádrže do karburátoru, a druhá reguluje přívod paliva do komory karburátoru. První (čerpací) membrána je vložena do čerpací komory a její vnější strana tvoří stěnu impulsní komory spojené kanálem s klikovou skříní motoru. Pohybem pístu ve válci vzniká ve skříni střídavě přetlak a podtlak, který se kanálem přenáší k membráně a vychyluje ji na jednu a druhou stranu. Tím se mění objem čerpací komory a nastává sací a výtlačný efekt, který umožňuje, že je s pomocí sacího a výtlačného ventilu palivo nasáváno z nádrže do karburátoru. Palivo je od výtlačného ventilu čerpáno přes mikrofiltr a jehlový ventil do palivové komory, jejíž vnější stěna je tvořena druhou (regulační) membránou. Prostor pod regulační membránou je chráněn víčkem s otvorem, spojujícím prostor nad membránou s atmosférou. To umožňuje, že při čerpání paliva se pružná membrána vychyluje směrem ven (zvětšuje se disponibilní objem komory), zároveň pákovým mechanismem přesouvá jehlový ventil ze základní polohy „otevřeno“ do polohy „zavřeno“. Po uzavření jehlového ventilu čerpací efekt první membrány ustává.

Po spotřebování části paliva z komory se membrána vrací do základní polohy a otevírá jehlový ventil. Tak může opět natéci palivo do membránové komory. Celý cyklus se stále opakuje.

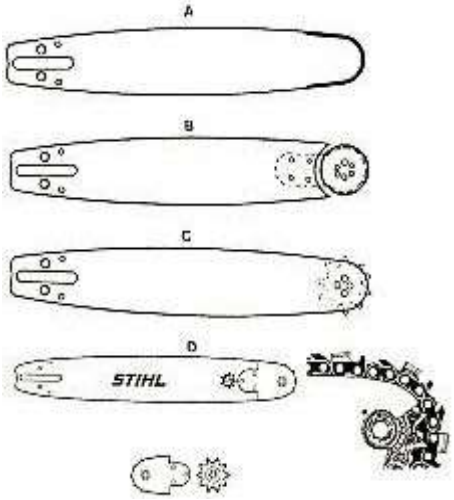


1 impulsní kanál
2 přívod paliva
3 impulsní prostor
4 čerpací membrána
5 sací ventil
6 výtlačný ventil
7 palivové sítko
8 difuzér (Venturiho trubice)
9 vzduchová přívěra (sytič)
10 škrticí klapka (ovládání plynu)
11 hlavní tryska
12 tryska přechodová
13 tryska volnoběhu
14 regulační šroub vysokých otáček
15 regulační šroub volnoběhu
16 jehlový ventil
17 pákové ovládání jehlového ventilu regulační membránou
18 vinutá pružina
19 víčko
20 palivová komora
21 regulační membrána
22 otvor spojení s atmosférou
23 těleso karburátoru
24, 25 víčka

Obr. 13.21. Membránový karburátor

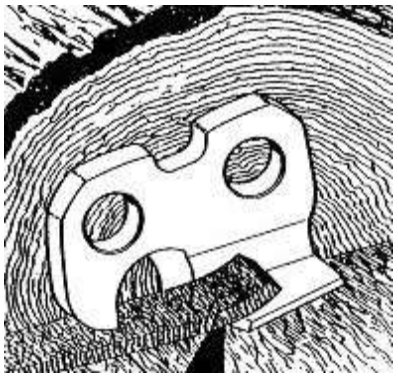
Zapalovací soustava je elektronická, tyristorová, bezkontaktní, a jejím úkolem je těsně před dosažením horní úvratě pístu (v předstihu) přeskokem jiskry na elektrodách svíčky zapálit palivovou směs ve válci motoru. **Spouštěcí (startovací) ústrojí** roztáčí klikový hřídel motoru při startování, a sestává z navíjecí kladky, startovacího lanka opatřeného madlem, předepnuté navíjecí pružiny a různě konstruovaných unášečů (západek, ozubů, háčků) upevněných na navíjecí kladce. **Brzda řetězu** pracuje na principu pásové brzdy přiléhající na plášť bubínku spojky. Je významným bezpečnostním prvkem pily, umožňujícím bleskové zastavení pilového řetězu (za 0,1 s z plné rychlosti), zejména při vzniku zpětného vrhu pily (nekontrolovaný pohyb lišty směrem k pracovníkovi, způsobený stykem odbíhajícího řetězu s předmětem v místě horního kvadrantu špičky lišty). Brzda se uvádí v činnost tlakem levé ruky na ochranný kryt spojený s aretací brzdy, nebo automaticky pracujícím aretačním mechanizmem, který reaguje na prudké zrychlení pily, které nastává při zpětném vrhu, nárazu pily na překážku, či při jejím pádu na terén. Automaticky pracující **olejové čerpadlo** dopravuje mazací olej ze zásobní nádrže do otvorů v liště a tím k řetězu. Pila má dvě **nádrže**: palivovou a olejovou. Aby nikdy nepracovala pila „na sucho“, umožňuje olejová nádrž delší dobu práce než nádrž palivová. Objem palivové nádrže je omezen tak, aby dřevorubec musel přerušit práci před dosažením max. časového limitu práce s motorovou pilou. **Napínací ústrojí** nastaví lištu vůči řetězovému kolu do polohy odpovídající optimálnímu vypnutí řetězu. **Řetězové kolo** (hnací řetězka) je spojena se spojkou a pohání přímo pilový řetěz.

Řezací část je tvořena vodicí lištou a pilovým řetězem. Obě části řezacího ústrojí musí svými rozměry i provedením sobě vzájemně odpovídat. Typu řetězu musí odpovídat i vodicí řetězka na liště. Vodicí lišta je bodově svařena z 3 výlisků ocelových plechů, nebo je z jednoho kusu plechu s vyfrézovanou drážkou, v níž vede vodicí články řetězu a udržuje řetěz napjatý. Na jednom konci je lišta upravena pro připevnění k motorické části a přívodu mazacího oleje do drážky. Rozlišujeme **dvě koncepce vodicích lišt**: lišty s pevnou špičkou – Hard-Top, a lišty s vodicí řetězkou (kolečkem) – Roll-Top. Lišty s pevnou špičkou jsou mírně levnější, ovšem z jejich principu vyplývá vyšší třecí odpor pilového řetězu o povrch lišty při jeho pohybu po špičce lišty, což zvyšuje energetické nároky a způsobuje vyšší míru opotřebení řetězu i lišty. Proto obecně vhodnějším provedením jsou lišty s vodicí řetězkou, která je uložena na ložisku a která velmi výrazně snižuje výše uvedený odpor proti pohybu řetězu.



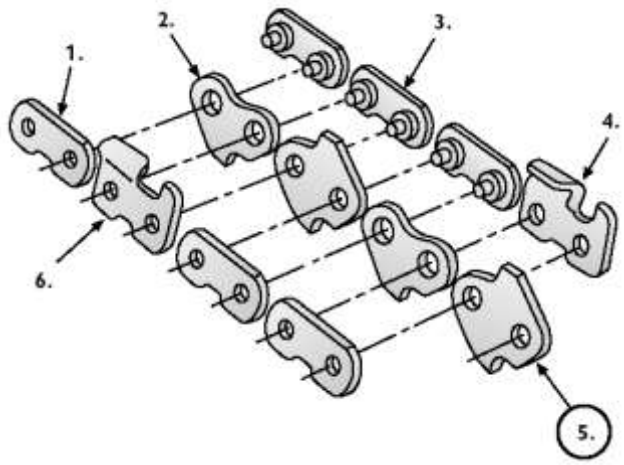
A lišta s pevnou špičkou
B lišta s vodicím kolečkem
C lišta s vodicí řetězkou
D lišta s výměnnou špičkou a vodící řetězkou

Obr. 13.22. Varianty provedení vodicích lišt



Obr. 13.23. Princip hoblovacího zubu

Pilový řetěz je nekonečný a tvoří jej vodicí, spojovací a pracovní články s různě tvarovanými břity, vzájemně spojené nýty. Řezací články rozeznáváme pravé a levé, a jsou střídavě v pravidelných rozestupech rozmístěny na obvodu řetězu. Nyní se používají řetězy jen s hoblovacími řezacími články, jejichž geometrický tvar je poměrně složitý. Hoblovací článek je tvořen částí řezací a omezovací patkou. Svou spodní hranou klouže hoblovací článek po hraně vodicí lišty. Omezovací patka se při řezu pohybuje před břitem, a je nižší než hřbetní břit asi o 0,6 mm (podle typu řetězu). Při řezu se omezovací patka opírá o dno řezné spáry vytvořené předchozím zubem a řezací část hoblovacího článku odřezává bočním (čelním) a hřbetním břitem třísku, která přechází za zub a v prostoru mezi hoblovacími zuby je vynášena ze spáry ven. Omezovací patka tedy vymezuje tloušťku odebírané třísky. Jednotlivé řetězy jsou charakteristické tvarem hoblovacích článků (zaoblené, hranaté, dlátovité), roztečí a šířkou vodicích článků. **Rozteč řetězu *r*** udávaná v palcích (1″ = 25,4 mm) je dána polovinou vzdálenosti mezi třemi sousedními nýty. **Délka řetězu** se udává počtem vodicích článku, případně účinnou délkou vodicí lišty. Nebezpečným jevem při práci s motorovou pilou je **zpětný vrh** (kick-back), což je rychlý nekontrolovatelný pohyb pily směrem k pracovníkovi, nastávající při náhodném styku běžícího řetězu v horní čtvrtině špičky lišty se dřevem nebo jiným tvrdým materiálem (při odvětvování náhodný dotyk špičky lišty o jinou větev). Všechny tři druhy článků **pilového řetězu mohou mít bezpečnostní úpravu, spočívající ve vytvoření náběhové hrany před omezovací patkou. Tím je sníženo riziko zpětného vrhu pily,** které nastává, dotkne-li se běžící pilový řetěz v horní části špičky lišty nějakého předmětu (např. větve při odvětvování).



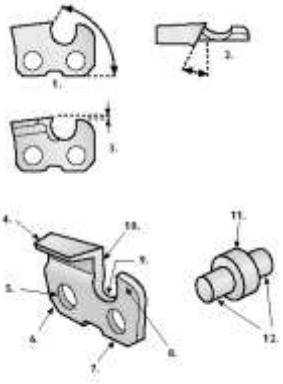
1 spojovací článek
2 vodicí článek
3 spojovací článek s nýty
4 řezací (hoblovací) článek levý
5 vodicí článek s bezpečnostní úpravou
6 řezací (hoblovací) článek pravý

Obr. 13.24. Základní části pilového řetězu s bezpečnostní úpravou (Husqvarna)

Pilové řetězy jsou charakteristické zejména tvarem hoblovacích článků (oblé, polodlátovité, dlátovité/hranaté), roztečí a šířkou vodicích článků.

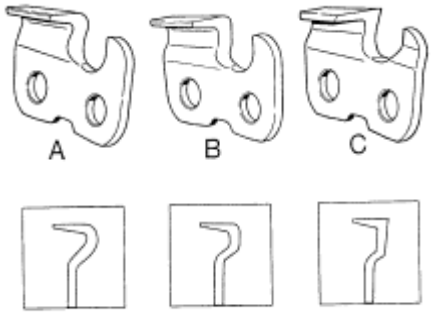
Pilové řetězy se zaoblenými hoblovacími články vyžadují větší příkon než řetězy s články hranatými,

mají oproti nim poněkud menší řeznost (ca o 15 %), lépe však drží ostří, jsou odolnější proti poškození při styku např. s kamenem a snáze se napraví vzniklé poškození. Proto zejména při profesním použití, kdy např. při kácení je nutno pracovat často se znečištěným dřevem a v blízkosti povrchu půdy a zároveň je k disposici dostatečně výkonný motor pily, jsou doporučovány řetězy se zaoblenými články. Při použití méně výkonných pil (např. při odvětvování, hobby pily apod.) jsou vhodné řetězy s hranatými články.



1. úhel čela
2. úhel ostření
3. snížení omezovací patky
4. hřbet zubu
5. otvor pro nýt
6. pata zubu zadní
7. pata zubu přední
8. omezovací patka
9. vybrání zubu
10. bok zubu
11. osazení nýtu
12. čepy nýtu

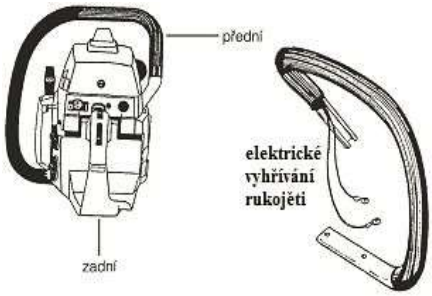
Obr. 13.25.1. Hlavní části řezacího zubu (Husqvarna)



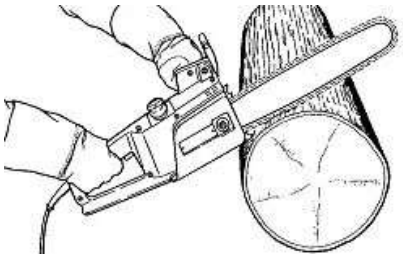
A – oblý, B – polodlátovitý, C – dlátovitý

Obr. 13.25.2. Základní tvary profilů hoblovacích článků (Stihl)

Při práci je pila držena levou rukou za přední rukojeť (palec je v podhmatu na rukojeti) a pravou rukou za zadní rukojeť. Akcelerační páčka je ovládána prsty, pojistka je stlačována dlaní při držení pily. Toto držení motorové pily je předepsáno legislativními předpisy (např. NV č. 28/2002 Sb.).



Obr. 13.26.1. Rukojeti motorové pily



Obr. 13.26.2. Držení motorové pily

Výbava pracovníka osobními ochrannými prostředky pro práci s motorovou řetězovou pilou

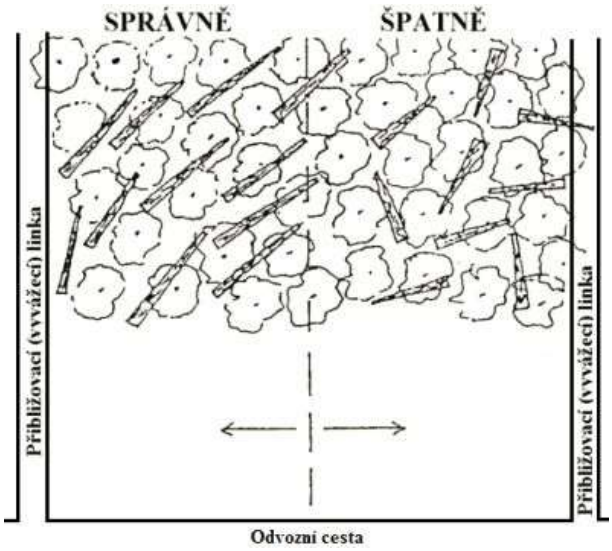
Osobní ochranné prostředky chrání pracovníka před poraněním zpracovávaným materiálem (padající větví, nárazy na předměty, letící třískou), motorovou pilou (pořezání), negativními vlivy motorové pily (hluk a vibrace), vlivy prostředí (chlad, srážky, terén), případně slouží k ošetření vzniklých poranění. Podrobnosti jejich poskytování a užívání jsou upraveny právními předpisy. K osobním ochranným prostředkům dřevorubce patří ochranná přilba, ochrana zraku (ochranná síťka, obličejový štít, brýle), ochrana sluchu (mušlové tlumiče hluku, ucpávky do uší), pracovní rukavice (pětiprsté kožené, antivibrační), pracovní oděv transparentní barvy s kalhotami s neprořeznou úpravou (chrání před pořezáním nohou dobíhajícím řetězem pily), pevná šněrovací pracovní obuv s protiskluznou úpravou podrážek a s ocelovou výztuhou špičky (chrání před pořezáním prstů na noze při odvětvování). Chrániče sluchu mohou být s bezdrátovou technologií Bluetooth, umožňující napojení mobilního telefonu do sluchátek opatřených mikrofonem. Tak je možno zabezpečit komunikaci, i kontrolu samostatně pracujících dřevorubců.

13.4.3 Hlavní způsoby využití motorové řetězové pily

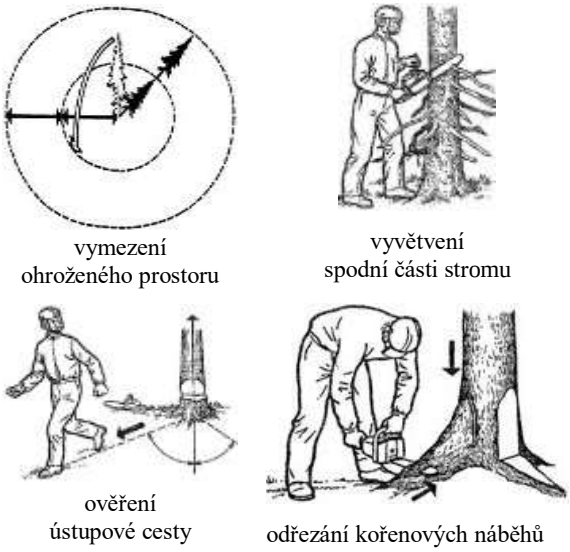
Hlavním způsobem využití motorové pily je kácení, a to především v lesním hospodářství. Vykonávat s ní lze i další práce, odvětvování pokácených stromů, rozřezávání kmenů, oklest stojících stromů apod. Kácení je základní operací těžební činnosti, při níž se odděluje nadzemní část stromu od pařezu,

a nastává pád stromu cílený do zvoleného směru. **Směrové kácení stromů** souvisí s následujícími faktory

- směr kácení je odvozen od použité technologie (prostředku pro soustřeďování dříví) a pracovního postupu, a podmíněn zejména první fází soustřeďování dříví – vyklizováním, při kterém je dříví přemísťováno od pařezu k přibližovací (vyvážecí) lince
- zvláště důležité je dodržet směrové kácení v předmýtních těžbách (probírkách), neboť usnadňuje průchod dříví porostem a snižuje poškození stojících stromů vyklizovaným dřívím
- při stanovení směru kácení musí u každého stromu pracovník vzít v úvahu tvar a velikost koruny, růst stromu (směr a míra naklonění, hniloba, srůsty stromů), charakter pracoviště (svah, podrost, blízké překážky – elektrovody, budovy, komunikace), a vždy musí respektovat požadavky bezpečnosti práce.



Obr. 13.27. Správný a nesprávný směr kácení



Obr. 13.28. Činnosti před kácením

Při kácení stromů motorovou pilou se postupuje v těchto krocích

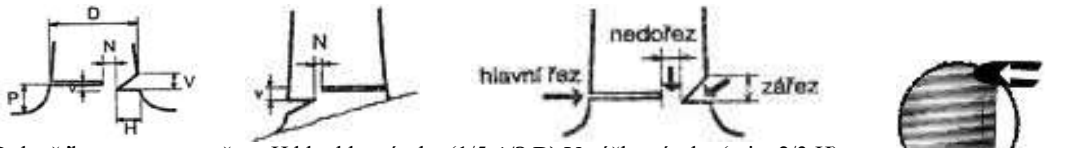
- určení směru pádu stromu
- úprava pracoviště
- úprava spodní části kmene
- kácení stromu: vytvoření zářezu, provedení hlavního řezu, vychýlení stromu do směru pádu, úprava čela kmene, popřípadě pařezu
- po pokácení stromu zpravidla následuje jeho odvětvení a rozřezání na výřezy.

Těžba dříví motorovou řetězovou pilou v lesních porostech v běžných podmínkách

Normální strom je svisle rostlý zdravý strom se souměrným kmenem i korunou, jehož těžiště je v ose kmene, a kácený strom lze relativně snadno vychýlit do směru pádu. Určení **směru pádu stromu** musí zohledňovat směr vyklizování dříví, terénní podmínky, růst stromu a tvar koruny. Je třeba zabránit škodám na okolí (na stojících stromech, nárostu hospodářských dřevin) i na dříví káceného stromu a dodržovat požadavky bezpečnosti práce. Na svazích se sklonem, kde hrozí samovolný pohyb kácených stromů či kmenů, se musí kácet šikmo po svahu, případně kolmo na vrstevnice. **Úprava pracoviště** před kácením zahrnuje důkladnou prohlídku a zhodnocení pracoviště v rámci porostu i v místě stromu určeného k pokácení. Přitom je nutné vykonat úpravu okolí stromu, aby byly odstraněny všechny nebezpečné překážky a zajistit bezpečnou ústupovou cestu šikmo vzad od káceného stromu. Před započetím hlavního řezu musí káceč vykázat všechny osoby, kromě svého pomocníka, případně pracovníka, provádějícího kontrolu, z **ohroženého prostoru káceného stromu** – z kruhové plochy o poloměru nejméně dvojnásobku výšky káceného stromu. **Úprava spodní části stromu** před začátkem kácení (vytvořením záseku a hlavního řezu) spočívá v odřezání překážejících větví až do výšky prsou káceče, a to nabíhající částí řetězu (řetěz na spodní straně lišty, který se pohybuje směrem k motoru pily), očištění povrchu kmene v místě řezů od hrubých nečistot, odřezání

větších kořenových náběhů ztěžujících průběh řezu a narušujících směrovost pádu stromu, nebo způsobujících rozštípnutí oddenku kmene. **Kácení stromu** se skládá z několika úkonů:

Směrový zásek (zářez) je klínovitě vyříznutá část báze kmene na straně zamýšleného směru pádu stromu. Provádí se u stromů tlustších více než 15 cm na pařezu, u stromů tenčích je možné jej nahradit vodorovným zářezem do kmenu na straně směru pádu stromu. Zásek musí mít tyto **rozměry**: hloubka záseku je 1/5-1/3 tloušťky kmene na pařezu, výška záseku je minimálně 2/3 jeho hloubky. Směrový zásek se vytváří dvěma řezy: vodorovným a šikmým. Šikmý řez svírá s řezem vodorovným úhel ca 45 °. Vodorovný řez by měl být veden co nejblíže povrchu půdy, ne výše než 1/3 tloušťky stromu na úřezu. Oba řezy se protínají v hraně, kolem které se otáčí strom při pádu. Existují dvě provedení záseků: na rovinách a mírných svazích zásek horní (provádí se nejčastěji), na svazích zásek spodní. Při kácení velmi tlustého stromu nebo stromu nakloněného do směru pádu, je třeba vytvořit pod úrovní zářezu z levé i pravé strany stromu **bělové řezy**, které zabraňují rozštípnutí kmene.

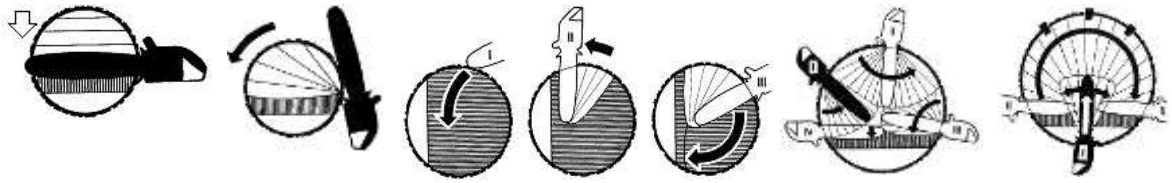


D tloušťka stromu na pařezu H hloubka záseku (1/5-1/3 D) V výška záseku (min. 2/3 H)
v výška hlavního řezu (min. ½ V) P výška pařezu (max. 1/3 D) N nedořez (min. 2 cm)

horní zásek | spodní zásek | pohled na zásek z boku | vedení bělových řezů

Obr. 13.29. Kácení stromu

Hlavní řez odděluje kácený strom od pařezu, a vždy je veden vodorovně. Nutnou podmínkou kácení je, aby byl mezi hranou záseku a hlavním řezem úmyslně ponechán **nedořez** o tloušťce min. 2 cm (u tlustších stromů až 5 cm), zajišťující dodržení směru pádu stromu. Musí být umístěn tak, aby směřoval do horní poloviny záseku, u spodního záseku se vede hlavní řez v úrovni vodorovného řezu záseku nebo nepatrně nad ní.



řez tahem (postupný řez) | vějířový řez | řez zápichem za nedořez a kruhový řez po obvodu kmene | hlavní řez několika vějířovými řezy | zápich do zářezu a následný řez zápichem za nedořez a kruhový řez po obvodu kmene

Obr. 13.30. Některé způsoby hlavního řezu

V závislosti na tloušťce stromu a jeho případném náklonu existuje řada způsobů **vedení hlavního řezu**: řez tahem (postupný řez), řez vějířový, zápich za nedořez či několik vějířových řezů, řez se dvěma nedořezy aj. Stromy tlustší než 1,5násobek délky lišty se kácí s pomocí řezu zápichem do zářezu. Při prořízntutí zhruba 2/3 plochy hlavního řez se do řezné spáry vkládá klín, nebo lopatka zamezující sevření lišty.

Pro **vychýlení stromu** a usměrnění jeho pádu jsou přípustné tyto pomůcky

- dřevorubecký háček pro stromy do 15 cm na pařezu (tahem za háček směrem vzhůru)
- dřevorubecká lopatka pro stromy do 35 cm na pařezu (tahem za lopatku vzhůru nebo tlakem dolů)
- klíny, zejména u stromů nad 35 cm na pařezu
- (vhodnější je použití dvou klínů, střídavě kalačem či palicí zaražených do řezu)
- hydraulický či mechanický klín, zejména u stromů nad 35 cm na pařezu
- přetlačná tyč (v předmýtních, přehoustlých porostech)
- stahovák zavěšených stromů (s použitím směrové kladky)
- tažné lano navijáku nebo potah (s použitím směrové kladky).

Dosáhne-li hlavní řez k **nedořezu**, vyjme se pila se zastaveným řetězem z řezu, a strom se přivede k pádu některým z uvedených způsobů. Pila se vyjme z řezu i tehdy, když se strom v průběhu řezu

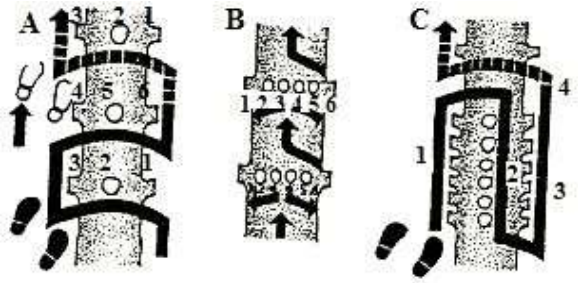
začíná vychylovat a padat. Jakmile strom začíná **padat**, ustoupí káceč a další osoby po připravené ústupové cestě šikmo vzad do bezpečné vzdálenosti, kde setrvají do doby, kdy viditelně nehrozí nebezpečí úrazu (pádem větví uchycených v korunách okolních stromů). Z řezu se pila nevyjímá jen tehdy, jestliže by při tom mohlo být ohroženo zdraví lidí. **Zavěšené stromy** je třeba co nejdříve uvolnit, a to jedním z těchto způsobů: otáčením zavěšeného stromu kolem jeho osy obracákem; odsunováním oddenku zavěšeného stromu (pomocí páky, u tenkých stromů i ručně – na půdách, kde se oddenek boří, může být účelné jej podložit štěpinami, nebo tenkými poleny); stahovákem zavěšených stromů, popřípadě potahem, navijákem traktoru apod. **Úprava čela** kmene a pařezu spočívá v odříznutí nedořezu (třísky), popřípadě zarovnání čela kmene, a odřezání kořenových náběhů tak, aby nepřesáhly výšku 3 cm nad oblou část kmene.

obracákem odsunováním oddenku sochorem lanem „na otoč“ lanem přes směrovou kladku

Obr. 13.31. Stahování zavěšených stromů

Odvětvování pokácených stromů motorovou pilou

Pro dosažení profesionální úrovně odvětvování pokácených stromů **motorovou pilou** je předpokladem dokonalá znalost doporučených **metod odvětvování** a jejich praktické zvládnutí. Existuje metoda šestifázová (severská, skandinávská), metoda středoevropská (rakouská, povrchové přímky) a metoda švihová.



A metoda šestifázová (severská), B metoda středoevropská (rakouská), C metoda švihová

Obr. 13.32. Základní postupy při odvětvování stromu

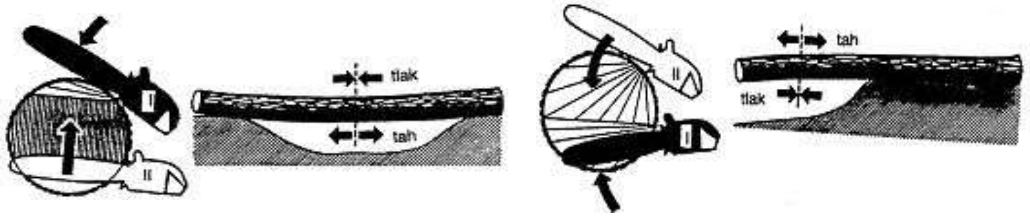
Metoda šestifázová je určena pro stromy s větvemi v přeslenech (smrk, modřín, jedle), s tloušťkou větví max. 4 cm, u níž při odřezávání nezáleží na průběhu tlaku a tahu ve dřevě. Postupuje se po dvou přeslenech z jednoho postavení dřevorubce. **Metoda středoevropská** je vhodná pro odvětvování tlustých větví (nad 5 cm), s přesleny dále od sebe. Postupuje se po jednom přeslenu. **Metoda švihová** je použitelná pro odřezávání tenkých větví (max. 2 cm). Na dospělých jehličnatých stromech lze zpravidla na příslušných částech kmene užít všechny uvedené metody odvětvování, neboť se na nich vyskytují větve tenké i tlusté, případně tenké odumřelé. **Odvětvování listnatých stromů** je pracnější než jehličnanů, protože mají vesměs tlusté větve, a je nutno zohlednit průběh tahu a tlaku ve dřevě – odvětvují se obdobně, jako u metody středoevropské.

Technologický postup zpracování stromu motorovou pilou

Na příkladu výroby pilařského výřezu a surového kmene, tj. při krácení zdravého stromu na dva kusy), je technologický postup tvořen účelnou skladbou úkonů: pokácení stromu a úprava čela, odhození lopatky ke středu kmene, upevnění háčku pásma na čelo, odhad délky prvního výřezu, první fáze odvětvení (tři strany kmene), naměření a naznačení středu prvního výřezu (křídou nebo pilou), pokračování první fáze odvětvení, naměření délky prvního (pilařského) výřezu včetně předepsaného nadměrku, uvolnění a svinutí pásma, odříznutí prvního výřezu, upevnění háčku pásma na čelo zbylé části kmene, pokračování v odvětvování, změření délky včetně nadměrku, odříznutí špičky, odložení pily, přechod ke středu kmene a obracení výřezů, návrat ke špičce, uchopení pily, upevnění háčku

pásma, započetí doodvětvení surového kmene, naměření středu, změření středního průměru, doodvětvení surového kmene, doodvětvení pilařského výřezu, v tom i změření středního průměru, zapsání délky a středního průměru na čelo.

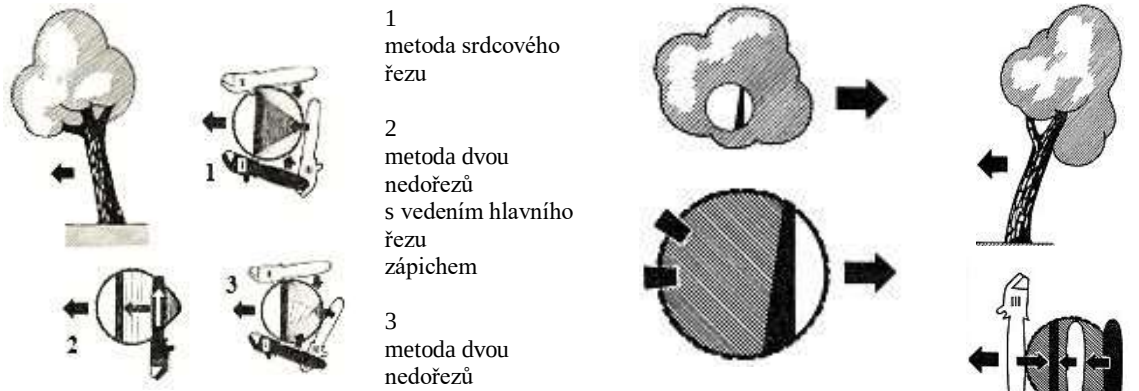
Zkracování kmenů a stromů je příčné kolmé přeřezávání kmene ve stanoveném místě. Ve většině případů je přeřezávaný materiál podepřen, nebo zatížen, a ve vláknech dřeva vzniká napětí. Při přeřezávání se musí respektovat pořadí řezů v závislosti na tlaku nebo tahu ve dřevě. Základní zásada je: **napružené dříví se nejdříve nařízne na straně tlaku, a dořezává na straně tahu**.



Obr. 13.33. Pořadí řezů při přeřezávání napružených kmenů

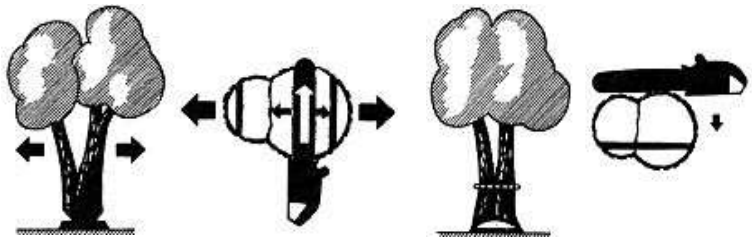
Těžba dříví motorovou pilou v lesních porostech ve výjimečných podmínkách

Těžbou v mimořádných podmínkách je kácení stromů nahnutých, vyhnilých, dutých, zlomených, vyvrácených, přesílených, s výrazně nesymetrickou korunou, srostlých, a nacházejících se v obtížných prostorových podmínkách (blízkost budov, komunikací, elektrovodů, na strmých a suťovitých svazích atd.).



Obr. 13.34. Kácení nakloněných stromů

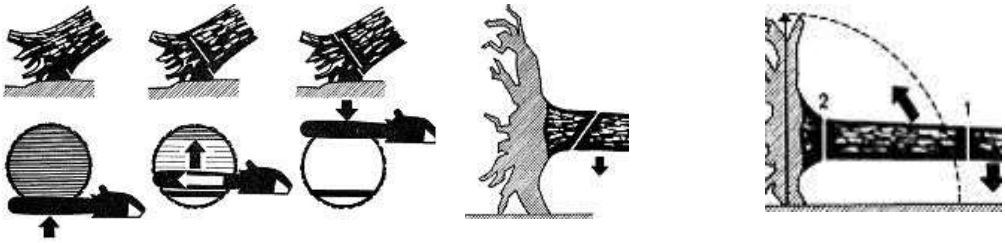
Při kácení stromů nahnutých **do směru pádu** nečiní obtíže uvést strom do pádu, vlivem napětí ve dřevě se ale zvyšuje riziko rozštípnutí oddenku stromu, kterému lze zabránit použitím kmenového spínače, nebo zvláštních postupů kácení (srdcovými řezy neboli V řezy; nebo použitím metody dvou nedořezů), případně obojího. Kácení stromů nahnutých **proti směru pádu** je obtížné, začíná se hlavním řezem, pak se strom klínováním vyrovná do svislé polohy, vytvoří se směrový zářez a strom se vychyluje do směru pádu. Je vhodné využít hydraulický klín, naviják, nebo stahovák zavěšených stromů, vždy přes směrovou kladku. Kácení stromů **vyhnilých a dutých** je nebezpečné, neboť může dojít k utržení stromu z nedořezu. Nutný je hlubší zásek a ponechání větších nedořezů. Klínování často nepomáhá (borcení dřeva), používá se naviják nebo lanový stahovák přes směrovou kladku. Vyhnilé stromy bývají křehké, podobně jako u souší hrozí nebezpečí odlomení větví nebo vrcholků. **Srostlé stromy** (dvojáky) se kácí každý samostatně, je-li jejich srůst ve výšce do 1 m nad zemí. Je-li srůst výše, dvojáky se kácí jako jeden strom, a to ve směru kolmém na spojnici korun srostlých stromů (naplocho). Vhodné je použít kmenový spínač.



dvoják srostlý do výšky max. 1 m dvoják srostlý výše než 1 m

Obr. 13.35. Kácení srostlých stromů – dvojáků

Zpracování vývratů je nebezpečné, protože dřevo vyvrácených stromů je napružené a hrozí zavalení pracovníka kořenovým koláčem po jeho odříznutí. Účelné je použití kmenového spínače, a před odřezáním koláče vyvráceného stromu musí být kořenový koláč zabezpečen proti zvrácení (zapřením, podložením, navijákem nebo stahovákem zavěšených stromů). Je-li koláč nakloněn ve směru ležícího stromu, a je podezření, že koláč může spadnout ve směru pracovníka, provádějícího odřezávání, pak smí být kmen odříznut ve vzdálenosti rovnající se min. výšce koláče. Po odříznutí kmene musí být koláč vrácen do původní polohy.



odřezávání nakloněného vývratu šikmý řez odřezávání vývratu při riziku zavalení koláčem

Obr. 13.36. Odřezávání vývratů

Zlomené stromy, kdy zlomená část visí na pahýlu kmene a nelze ji bezpečným způsobem uvolnit, se kácí jako celek. S nejvyšší opatrností se strom kácí do směru, do kterého jej převažuje zlomená část, dřevorubec přitom nesmí pracovat pod zlomem. **Stromy bez koruny** se kácejí standardním způsobem s hlubším zářezem, je však třeba si uvědomit, že padají k zemi mnohem rychleji než stromy s korunou. V obtížných situacích by dřevorubec měl pracovat s pomocníkem. V reálných podmínkách se mohou výše popsané situace vyskytovat současně na jednom stromu. Proto je důkladná rekognoskace stromu před započetím kácení nebo odřezávání od pařezu, a uvážlivá volba správného pracovního postupu nutností. Existují i **další pracovní postupy kácení a opracování stromů**, než které byly uvedeny. S těmi je možno se seznámit v literatuře, např. Neruda a Černý (2006).

Ostatní možnosti využití motorových pil

Kromě kácení stromů existují další možnosti aplikací motorové pily v hospodářských, i rekreačních činnostech člověka. Motorovou pilu je možno využít při výrobě palivového dříví, výrobě řeziva, průklestu stromů, odkorňování kmenů, frézování dřeva při stromové chirurgii, zhotovování dřevěných výrobků, tesařských pracích ve stavebnictví, při vyklizování dříví přenosné navijáky atd.

13.5. Plně mechanizované těžební technologie

U plně mechanizovaných těžebních technologií (někdy označovaných i jako vysoce mechanizované technologie těžby dříví) nedochází v procesu těžby dřeva k přímému kontaktu člověka s těženým dřívím. K hlavním důvodům rozvoje plně mechanizovaných technologií patří zejména jejich vysoká výkonnost, zvýšení bezpečnosti a ergonomie práce, snížení závislosti provádění těžeb na klimatických podmínkách a v případě správného nasazení a provedení těžeb i šetrnost k životnímu prostředí. Rovněž ekonomické účinky použití těchto technologií patří k hlavním důvodům zavádění plně mechanizovaných těžebních prostředků do lesnické praxe. Zároveň však tyto technologie kladou vysoké požadavky na přípravu, řízení a organizaci práce jak u dodavatelů, tak u zadavatelů těžebních prací.

Plně mechanizovanými těžebními prostředky rozumíme harvestory a káceče. Je možné k nim zařadit rovněž vyvážecí traktory vybavené kácecí hlavicí se střihacími noži nebo pilovou lištou, popř.

klasickou harvestorovou hlavicí s možností odvětvování. Na vyvážecím traktoru jsou velmi často oba typy kácecích hlavic vybaveny zařízením pro uchopení více kmenů.

13.5.1. Harvestory

Harvestory jsou víceoperační stroje určené pro těžbu v lese, které v jednom pracovním cyklu kácí, krátí, odvětvují, kubírují a registrují. Dle svých konstrukčních parametrů jsou určeny do širokého spektra těžebních podmínek od probírek, přes mýtní těžby až po kalamity. Harvestory jsou nasazovány v proudovém systému výroby a spolu s vyvážecími traktory, popř. vyvážecími soupravami tvoří tzv. harvestorové uzly.

Základní rozdělení harvestorů vychází z druhu podvozku a podle toho je členíme na kolové, pásové a kráčející. Podle základních technických charakteristik lze harvestory zařadit do čtyř tříd – viz tab. 13.18.

Obr. 13.37. Kolový harvestor Komatsu 931.1.

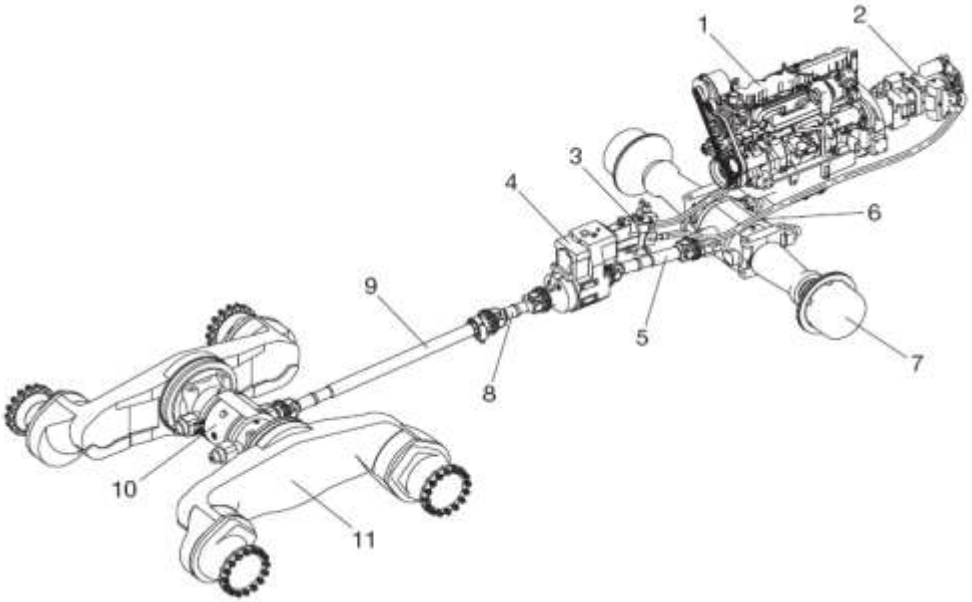
Orientační technická data kolových harvestorů	Jednotka	I. Malý harvestor	II. Střední harvestor	III. Velký harvestor
Optimální hmotnatost zpracovávaných stromů	m^3	0,10-0,50	0,40-0,80	0,70-2,00
Průměrná hodinová výkonnost	m^3/h	4	10	16
Výkon motoru	kW	40-110	110-170	170-250
Šířka	cm	180-230	230-280	280-320
Dosah hydraulického jeřábu	m	4,5-8	8-12	8-12
Maximální průměr úřezu	mm	300-450	450-600	600-750
Hmotnost	t	4-10	10-18	18-26

Tab. 13.16. Rozdělení kolových harvestorů dle velikosti a výkonu motoru
(rozdělení a jednotlivé parametry mají pouze orientační charakter, zejména výkonnost závisí na místních podmínkách)

Základní konstrukční prvky harvestorů

Harvestory využívají **hydrostaticko-mechanický přenos hnací síly**. K hlavním výhodám tohoto systému patří možnost prostorově úsporného oddělení primárního pohonu a výstupu, dodávka velkého kroutícího momentu při nízkých otáčkách a absence rizika destrukce systému při jeho přetížení.

Hydrostaticko-mechanický přenos hnací síly se skládá z mechanické, hydrostatické a elektrické části. Mechanickou část tvoří u kolových harvestorů převodovka, soustrojí náprav, diferenciály a kloubové hřídele. Hydrostatická část se skládá z uzavřené soustavy hydraulického čerpadla a hydraulického motoru. Práci čerpadla řídí elektricky ovládané proporcionální ventily. Směr a objem průtoku hydraulického oleje touto soustavou ovlivňuje směr a rychlost jízdy harvestoru.



1. Vznětový motor
2. Hydraulické čerpadlo
3. Hydraulický motor
4. Převodovka
5. Kloubový hřídel, zadní difer.
6. Zadní diferenciál
7. Náboje kol
8. Kloubový hřídel, střední část
9. Kloubový hřídel, stř. kloub - přední difer.
10. Přední diferenciál
11. Pouzdro tandemové nápravy

Obr. 13.38. Hydrostaticko-mechanický přenos hnací síly u kolových harvestorů s jedním centrálním hydromotorem

Nejrozšířenějším konstrukčním řešením u kolových harvestorů je systém přenosu hnací síly s jedním centrálním hydromotorem axiálního typu. Výrobci kráčejících podvozků pro harvestory využívají systém přenosu hnací síly s hydromotorem v každém kole (celkem tedy 4 ks). Výrobci pásových podvozků využívají systém přenosu hnací síly s hydromotorem v každém pásu.

Kolové harvestory disponují čtyř, šesti nebo osmikolovými **podvozky** se zlamovacím rámem. Rám kolových harvestorů se skládá z přední a zadní části, obě části jsou spojené středovým kloubem s rámovou brzdou. Vzájemný pohyb obou částí rámu se uskutečňuje pomocí dvou hydraulických válců s maximálním úhlem zatáčení cca 45 °. Čtyřkolové podvozky jsou osazeny dvěma pevnými nebo méně častěji dvěma výkyvnými nápravami, šestikolové podvozky jsou osazeny v přední části jednou tandemovou a v zadní části jednou pevnou nápravou, osmikolové podvozky jsou osazeny dvěma tandemovými (zdvojenými či bogie) nápravami. Výhodou tandemových náprav v porovnání s pevnými nápravami je snadnější zdolávání překážek v terénu a nižší tlak podvozku stroje na půdní povrch. Výhodou pevných náprav je jejich kratší konstrukční délka, nižší výrobní náklady a také vyšší ekonomika provozu při přesunech stroje (spotřeba pohonných hmot). Vertikální výkyv kabiny stroje s pevnou nápravou je při najetí levou nebo pravou částí nápravy na překážku ve srovnání s tandemovými nápravami vyšší. Výkyvné nápravy umožňují nezávislý výkyv každého kola. Toto konstrukční řešení umožňuje v náročném terénu vyrovnávání stroje jak v podélném, tak v příčném směru. Dle údajů

výrobce se tak zvýší svahová dostupnost harvestoru v podélném směru na 30 % a v příčném směru na 60 %. Orientační hodnoty dostupnosti čtyřkolových harvestorů vybavených standardními pevnými nápravami činí dle terénních podmínek max. 15 % v podélném směru a 40 % v příčném směru.

Obr. 13.39. Tandemová náprava NAF

Obr. 13.40. Pevná náprava Funk 1200

Na rámu harvestoru s kráčejícím podvozkem je každé kolo umístěno na samostatném rameni, které je, nezávisle na ostatních, horizontálně i vertikálně nastavitelné. Takové řešení zvyšuje podstatným způsobem manévrovací schopnosti stroje v náročném terénu a jeho svahovou dostupnost. Pásové podvozky harvestorů jsou vybaveny jedním pevným rámem, zatáčení stroje se uskutečňuje zpomalením nebo zastavením rotace jednoho nebo druhého pásu.

Kolové harvestory mohou být vybaveny širokou škálou lesnických **pneumatik** radiální i diagonální konstrukce, s duší nebo bez duše. Šířky pneumatik pro harvestory jsou k dispozici v rozměrech od 400 do 800 mm na průměr ráfku 15,5 až 34". Z několika typů vzorků pneumatik lze rozlišit dva základní, v terminologii jednoho z největších dodavatelů lesnických pneumatik Nokian označované jako typy TRS a ELS. Pneumatika se vzorkem TRS v porovnání s pneumatikou se vzorkem ELS lépe přenáší trakční sílu kola na půdní povrch, při prokluzu jej ale více poškozuje. Při dlouhodobé jízdě po tvrdých podkladech se rychleji opotřebovává. Lesnické pneumatiky mají pro práci v náročných těžebních podmínkách speciální vyztuženou konstrukci. Není proto možné používat jiné typy např. zemědělských pneumatik bez zvýšeného rizika defektu.

Obr. 13.41. Pneumatika se vzorkem TRS a ELS

Hodnota měrného tlaku pneumatiky na půdní povrch by se měla teoreticky rovnat hodnotě tlaku huštění pneumatiky, je však ovlivňována tzv. součinitelem tuhosti pneumatiky. Aby nedocházelo ke škodám na lesních půdách, bylo by třeba snížit měrný tlak ve stopě na úroveň únosnosti dané půdy.

Snížení tlaku strojů na půdu lze dosáhnout několika způsoby. Všechny, s výjimkou snižování celkové hmotnosti stroje, se týkají pojezdového ústrojí. Jednou z možností snížení tlaku je zvětšování styčné plochy s půdním povrchem. Toho lze dosáhnout zvýšením počtu kol, zvětšením jejich rozměrů nebo jen změnou typu pneumatiky. Další možností je nový způsob řešení pojezdového ústrojí, např. hydraulický zdvih kol nebo výkyvné nápravy. Důležitou podmínkou dosažení malých valivých odporů na měkkém podloží je vytvoření mělké stopy. V případě pneumatiky toho dosáhneme snižováním huštění. Z tohoto hlediska by měla být pneumatika v místě styku poddajnější než půda – v opačném případě se začne chovat jako tuhé kolo a ztrácíme výhodu její pružnosti. Velikost prokluzu při dané hodnotě přenášené hnací síly závisí jednak na druhu a stavu podloží (tedy na mechanických

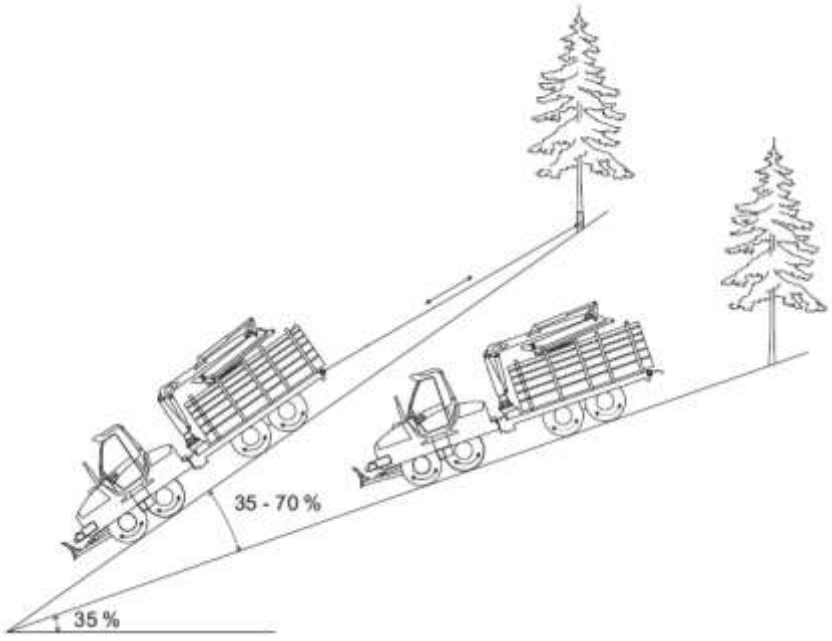
vlastnostech zeminy), jednak na druhu a konstrukčních parametrech hnacího ústrojí a podvozku. Kromě toho závisí dále na adhezním vytížení podvozku, což je dáno hmotností stroje, rozložením zatížení na nápravy a též na velikosti pásů či rozměrech pneumatik a jejich huštění.

V náročných terénních podmínkách, zejména na neúnosných půdách nebo v hlubokém sněhu je možné použít **kolopásy**. Kolopásy chrání pneumatiku před opotřebením a zvyšují trakci podvozku a podstatným způsobem snižují tlak pneumatik na půdní povrch. V ČR je upřednostňována funkce kolopásů především pro snížení tlaků na půdu – proto jsou používány typy kolopásů se širokými příčníky (viz obr. 13.42. uprostřed). Kromě kolopásů pro tandemovou nápravu jsou k dispozici i kolopásy pro jednotlivá kola na pevné nápravě. **Protismykové řetězy** se používají v blátivých a kamenitých terénech, chrání pneumatiku a zajišťují lepší přenos trakční síly kola na terén.

Ve svažitém terénu může být účelné zvýšit stabilitu stroje zvýšením jeho hmotnosti pomocí nemrznoucí náplně v pneumatikách. Pneumatika se plní směsí na 75 % svého objemu. V případě rozměru pneumatiky 700x26,5 tak dochází ke zvýšení hmotnosti stroje na jednu pneumatiku o 470 kg. U tandemové nápravy vybavené těmito pneumatikami pak činí nárůst hmotnosti stroje 1.880 kg.

Obr. 13.42. Kolopásy a protismykové řetězy Olofsfors

Trakční navijáky umožňují nasazení kolového harvestoru nebo forwarderu v obtížném terénu nebo na svazích s vysokým sklonem v případech, kdy trakční síla hnací soustavy stroje přenášená koly na terén není dostačující k pohybu stroje nebo k jeho zastavení. Trakční naviják zamezuje poškození terénu a kořenů stromů prokluzem kol stroje a zvyšuje bezpečnost práce takto vybaveného prostředku. Navíjecí rychlost trakčního navijáku je synchronizována s pojezdem stroje. Kapacita lana trakčních navijáků se většinou pohybuje v rozmezí od 250 do 400 m. Naviják lze ovládat buď z kabiny stroje nebo dálkovým ovládáním mimo stroj. Někteří výrobci umožňují využití trakčního navijáku i pro přibližování.



Obr. 13.43. Použití trakčního navijáku při pohybu forwarderu v prudkém svahu

Harvestory bývají většinou vybaveny čtyř- nebo šestiválcovými dieselovými **motory** s výkonem v rozmezí 50 až 250 kW a zdvihovým objemem 2,5 - 9 l. Od roku 2012 musí všechny motory s výkonem vyšším než 56 kW splňovat evropskou emisní normu Stage IIIB (EPA zatímní TIER 4). V porovnání s předchozí normou Stage IIIA snižuje aktuální platná norma limity oxidů dusíku (NO_x) na polovinu a obsah pevných částic (PM) na 1/10. Během roku 2014 musí všechny motory s výkonem vyšším než 56 kW splňovat přísnější emisní normu EU Stage IV (EPA Tier IV). Splnění takto nastavených emisních limitů dosahují výrobci motorů dvěma metodami nebo jejich vzájemnou kombinací. První metodou je technologie využívající recirkulaci a chlazení výfukových plynů – CEGR+DPF (Cooled Exhaust Gas Recirculation). Motory s touto technologii mají o něco vyšší spotřebu pohonných hmot, u filtru pevných částic je nezbytné v pravidelných intervalech (cca 1x denně) provádět regeneraci (časová náročnost cca 30 min) a po cca 6.000 mth filtr zcela vyměnit (finančně náročné). Druhou metodou snižování emisí je technologie selektivní katalytické redukce – SCR (Selective Catalytic Reduction). Stroje vybavené touto technologií musí mít zvláštní nádrž na aditivum AdBlue, což je náročnější na prostorové řešení motorové části harvestoru.

Motorová část stroje může být dále vybavena následujícími prvky. Nezávislé topení ohřívá před studeným startem motor, hydraulický olej a kabinu. Svojí činností tak snižuje spotřebu pohonných hmot, opotřebení naftového motoru a dalších komponent. Centrální mazání zvyšuje kvalitu údržby stroje a snižuje čas potřebný k této každodenní činnosti. Elektrické čerpadlo hydraulického oleje a pohonných hmot snižuje riziko znečištění těchto provozních kapalin při čerpání externím čerpadlem a snižuje čas potřebný pro servisní zabezpečení stroje. Hydraulický ventilátor s reverzibilním chodem snižuje hladinu hluku a spotřebu pohonných hmot. Automatický hasící systém přispívá k posílení požární prevence na stroji.

Technické a bezpečnostní parametry **kabiny**, výhled z kabiny do pracovního prostoru, uspořádání ovládacích prvků a další ergonomické charakteristiky přímo ovlivňují pracovní výkon operátora a kvalitu jeho práce.

Kabiny harvestorů jsou konstrukčně řešeny jako pevné nebo jako otočné, popř. otočné s vyrovnáváním polohy. V případě pevné kabiny je polohování operátora při práci uskutečňováno natáčením (popř. vyrovnáváním polohy) sedadla v kabině harvestoru. Otočné kabiny mají ve většině případů omezenou rotaci (cca 90 – 320 °), vyrovnávání polohy je realizováno ve 4 směrech (dle konstrukčního řešení výrobce do cca 20° na každou stranu). V horní vnější části kabiny jsou umístěna pracovní světla. Kromě kabiny mohou být světla umístěna i v prostoru pod kabinou a na hlavním rameni hydraulického jeřábu. Ve standardní výbavě většiny výrobců jsou světla halogenová, volitelně jsou k dispozici světla xenonová nebo LED. Xenonové osvětlení má v porovnání s halogenovým přirozenější barvu srovnatelnou s denním světlem, cca 5x delší životnost a o třetinu menší spotřebu elektrické energie. Nevýhodou je však jejich vysoká cena.

Pracovní funkce harvestoru jako jsou manipulace s hydraulickým jeřábem a harvestorovou hlavicí jsou ovládány dvěma minipákami, které jsou umístěny na levé a pravé loketní opěrce sedadla. V blízkosti minipák jsou umístěny další ovládací prvky v podobě tlačítek, které potřebuje operátor bezprostředně při své práci. Displej měřicího a řídicího systému se ovládá buď klávesnicí a myší nebo dotykově. Další ovladače v podobě přepínačů a tlačítek jsou umístěny na bočních panelech v kabině nebo ve stropní části kabiny, např. ovládání klimatizace, nezávislého topení nebo stěračů. Při přesunu harvestoru je směr jízdy ovládán malým pákovým ovladačem.

Kabiny speciální lesní techniky musí odpovídat bezpečnostním normám EU. K základním normám vztahujícím se k mechanickému poškození kabin patří Roll-over Protective Structures (ROPS) - ISO 3471, Falling Object Protective Structure (FOPS) - ISO 8083 a Operator Protective Structure (OPS) - ISO 8084. Další normy determinují např. výhled operátora z kabiny (ČSN 470178), úroveň vnitřního hluku v kabině (ČSN ISO 5128) nebo vibrace a rázy (ČSN ISO 2631-1). Kabiny jsou vybaveny řadou bezpečnostních prvků. K těm základním patří nouzové tlačítko, které v případě nutnosti po aktivaci operátorem zastaví stroj, ukončí všechny funkce stroje a aktivuje parkovací brzdu. Dále pak centrální výstražné světlo a bzučák ve stropní části kabiny, které v případě poruchy signalizují poplach nebo bezpečnostní spínač dveří, který zamezí chodu stroje, pokud nejsou dveře kabiny zavřeny. Dle platných předpisů musí být sedadlo operátora vybaveno bezpečnostním pásem. Bezpečnostním prvkem v kabině je rovněž kamera pro couvání, jejíž

obraz se zobrazuje na displeji v kabině operátora. Každá kabina musí mít dle platných předpisů nouzový východ, který v případě havárie umožní přístup do kabiny z její vnější strany. S novým strojem je dle zákona dodáván návod k obsluze v českém jazyce. Návod k obsluze stroje je důležitou součástí prevence rizik a pracovních úrazů.

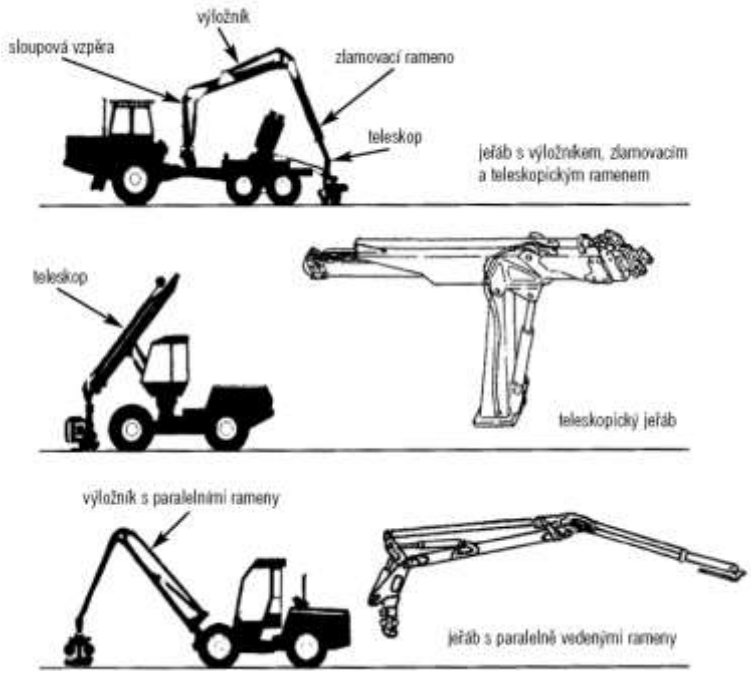
Ke standardnímu vnitřnímu vybavení kabiny patří klimatizace. Sedadlo v kabině operátora je ergonomicky řešeno tak, aby umožnilo pohodlnou celodenní práci. Jednotlivé prvky sedadla, jako jsou například loketní opěrky, sedák nebo bederní opěrka, jsou stavitelné dle tělesných rozměrů operátora. Sedadlo operátora je vzduchem odpružené, popř. vzduchem ventilované. Přehřívání kabiny v letních měsících, zejména při práci v mýtních těžbách podstatně omezí sluneční clony, které je možné umístit na všechna okna v kabině operátora. K dalšímu volitelnému vybavení kabiny operátora patří pevná montáž mobilního telefonu s anténou umístěnou vně kabiny, tiskárna, rádio s CD přehrávačem nebo box na ohřívání a chlazení potravin.

Hydraulický jeřáb u harvestoru slouží k nesení harvestorové hlavice a k vykonávání všech potřebných pohybů při manipulaci s kmenem. Konstrukčně může být umístěn vedle kabiny, před kabinou na samostatné platformě nebo za kabinou operátora. Dosahy hydraulických jeřábů harvestorů se pohybují v rozmezí 5 až 12 m. Poloha sloupu hydraulického jeřábu může být automaticky nebo manuálně vyrovnávána, což pomáhá udržet pracovní výkon a stabilitu harvestoru ve svažitých terénech. Další funkcí je tlumení hydraulického jeřábu. Tato funkce zvyšuje při práci s hydraulickým jeřábem pracovní komfort operátora a redukuje zatížení, kterému je hydraulický jeřáb vystaven, což prodlužuje jeho životnost.

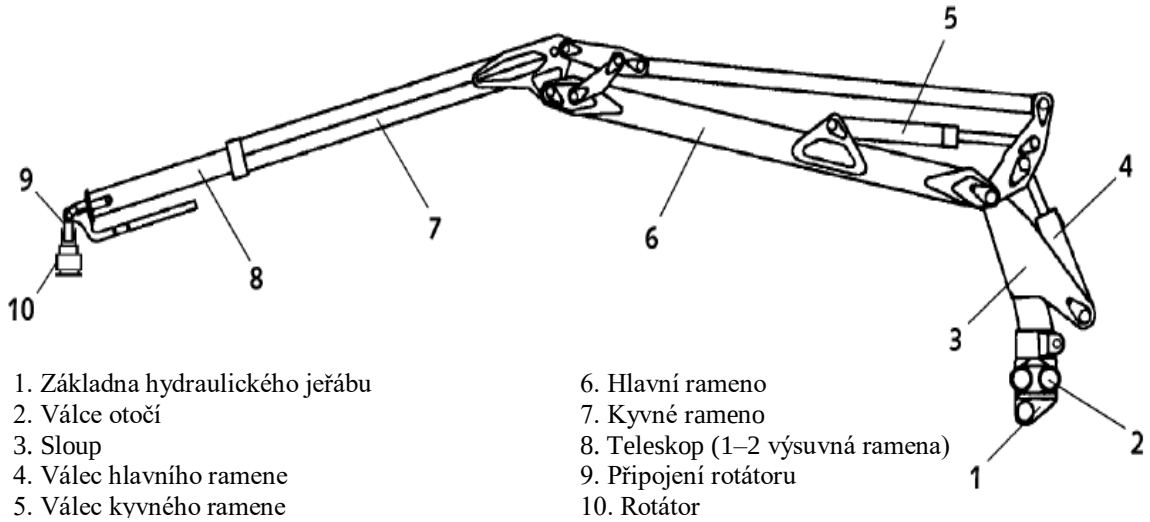
Jeřáb s výložníkem zlamovacím a teleskopickým ramenem

Jeřáb se zlamovacím a teleskopickým výložníkem

Jeřáb s paralelně vedenými rameny



Obr. 13.44. Rozdělení hydraulických jeřábů dle konstrukce



1. Základna hydraulického jeřábu
2. Válce otočí
3. Sloup
4. Válec hlavního ramene
5. Válec kyvného ramene
6. Hlavní rameno
7. Kyvné rameno
8. Teleskop (1–2 výsuvná ramena)
9. Připojení rotátoru
10. Rotátor

Obr. 13.45. Konstrukce hydraulického jeřábu harvestoru s paralelně vedenými rameny.

Hlavními funkcemi **harvestorové hlavice** jsou kácení, krácení, odvětvování a měření. Při kácení je harvestorová hlavice operátorem s pomocí hydraulického jeřábu nasazena vertikálně na patu stromu. Strom je uchopen zavřením odvětvovacích nožů a válců posuvu, pila provede odříznutí stromu od pařezu. Pomocí podávacích válců je strom v horizontální poloze protažen přes odvětvovací nože a průběžně krácen operátorem dle pokynů z měřicího systému harvestoru.

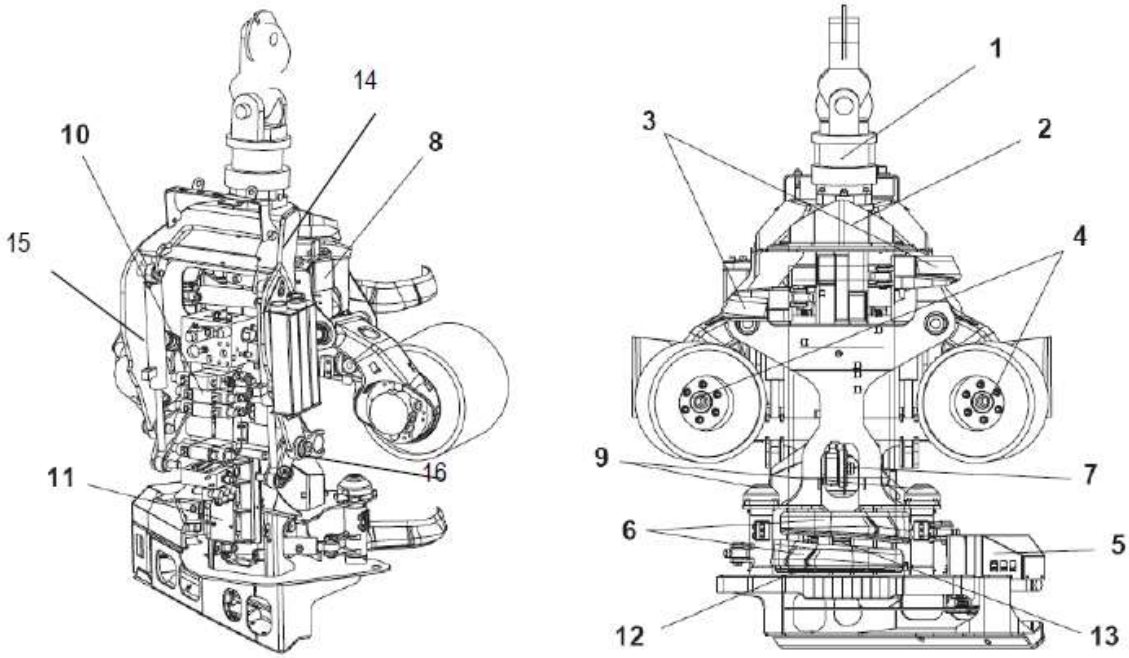
Hlavice je pohyblivě spojena s hydraulickým jeřábem spojkou a rotátorem. Dělící ústrojí harvestorových hlavic nejčastěji využívá konstrukčně osvědčený princip pilové lišty s článkovým řetězem. K dispozici jsou však i řešení s jedním nebo dvěma střihacími noži nebo pilovým kotoučem. Dělící ústrojí s pilovou lištou může být vybaveno systémem barevného značení, který umožňuje operátorovi harvestoru rozlišit několik rozměrově nebo druhově podobných sortimentů pro vyvážení vyvážecím traktorem. Pilová lišta může být také vybaveny systémem ošetření pařezů proti hnilobě. Používané jsou látky na bázi močoviny a biologické alternativy na bázi specifických hub.

Nejčastějším typem podávacího zařízení harvestorových hlavic jsou podávací válce, dalším konstrukčním řešením jsou podávací pásy. Harvestorová hlavice může mít dva, tři nebo čtyři podávací válce dvou základních typů konstrukce. Prvním typem jsou celokovové podávací válce s ocelovými hroty nebo různým tvarem žebrování, druhým typem jsou kombinované podávací válce s gumovou pryží a řetězy nebo ocelovými hroty. Harvestorové hlavice se čtyřmi podávacími válci a kratším základním rámem jsou vhodné nejen pro práci s rovnými, ale i křivými kmeny. Díky kratšímu rámu a posuvu čtyř podávacích válců lépe kopírují případné nerovnosti na kmeni jehličnatých a zejména listnatých dřevin.

Na harvestorové hlavici rozlišujeme pevné nebo pohyblivé odvětvovací nože, jejich celkový počet na hlavici se pohybuje od 4 do 6 ks. Kvalita odvětvení kmene je závislá na vhodné geometrii nožů, jejich přítlaku a ostrosti.

Měření délky se uskutečňuje pomocí měřicího kolečka s pružinovým nebo hydraulickým přítlakem. Průměr výřezu je měřen na základě rozevření horních odvětvovacích nožů nebo podávacích válců.

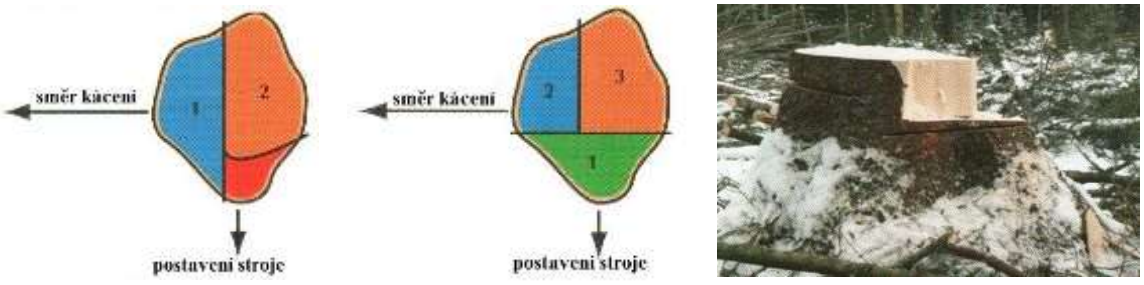
Harvestorová hlavice může být vybavena zařízením pro manipulaci s více kmeny v jednom pracovním cyklu. Toto zařízení je využíváno zejména při práci v probírkách, popř. při těžbě dříví pro energetické účely.



1. Rotátor s křížovými ložisky
2. Nepohyblivý horní odvětvovací nůž
3. Pohyblivé horní odvětvovací nože
4. Motory posuvu
5. Řezací jednotka
6. Pohyblivé dolní odvětvovací nože
7. Měřící kolečko délky
8. Výrobní číslo harvestorové hlavice
9. Senzor průměru
10. Blok ventilů ovládání hlavice
11. Modul HHM harvestorové hlavice
12. Tryska barevného značení (příslušenství)
13. Vodící válec
14. závěsný rám
15. hydromotor sklápění pracovní části
16. ložiska sklápění pracovní části

Obr. 13.46. Harvestorová hlavice

Princip kácení neumožňuje pokácení stromu tlustšího, než je činná délka lišty, stejným způsobem, jako je kácen strom svou tloušťkou odpovídající dané hlavici. Nadrozměrné stromy proto bývají káceny motomanuálně, motorovou pilou. Ve fázi přípravy těžby je proto nutné posoudit, jak tlustá bude naprostá většina stromů na pařezu. To je možné buď venkovní pochůzkou, nebo ze svěrkovacího manuálu použitím tabulek pro převod tloušťky v $d_{1,3}$ na tloušťku na pařezu. Pokácet harvestorovou hlavicí nadrozměrný strom je technicky možné, a v ojedinělých případech se tak děje. Protože ale není kácený strom při obou modelových postupech pod úplnou kontrolou operátora, protože i úchopové možnosti hlavice mohou být k danému stromu na své hranici, jedná se o postupy se zvýšeným stupněm rizika, s nebezpečím pádu stromu na kabinu a rizikem poškození lišty. Výsledkem vlastně není v pravém slova smyslu pokácení stromu, ale jeho postupné „odlámání". Při prvním postupu se postupně použijí jen dva řezy, z nichž ani jeden neprořízne celou tloušťku pařezu, a strom se odlomí na „nedořezu". Při druhém postupu se postupně použijí tři řezy, a strom je při nich úplně odříznut od pařezu (ale utrhne se jinde než v místě posledního řezu). Z obrázků je zřejmé, že v obou případech je na výsledný směr kácení snížen vliv operátora. Řezy nejsou v jedné rovině, čemuž odpovídá vzhled pařezu i oddenku pokáceného stromu. I proto nelze tento způsob kácení považovat za standardní a měl by být používán jen výjimečně.



postup se dvěma řezy postup se třemi řezy vzhled pařezu

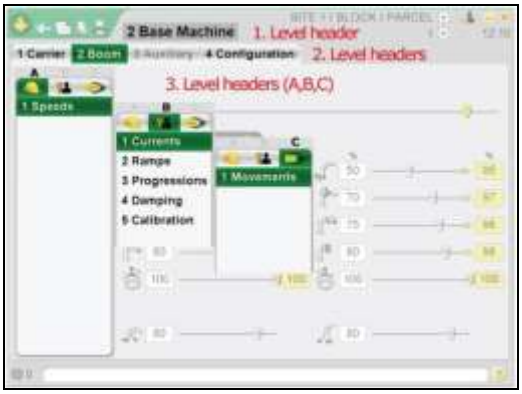
Obr. 13.47. Postupy výjimečného kácení nadrozměrných stromů

Měřicí a řídicí systémy harvestorů a jejich další programové vybavení

Harvestory jsou sofistikované stroje s mechanickými, hydraulickými, elektrickými a počítačovými prvky. Vzájemná efektivní součinnost jednotlivých komponent se neobejde bez kvalitního **řídicího systému**. Struktura řídicích systémů harvestorů je založena na technologii CAN (Controller Area Network) a distribuovaném řízení. Pomocí CAN sběrnice spolu vzájemně komunikují jednotlivé nezávislé řídicí moduly harvestoru, např. řídicí jednotka motoru, modul harvestorové hlavice, modul hydraulického jeřábu apod. To umožňuje vytvořit v různých situacích přehlednou modulovou strukturu a multifunkční diagnostiku. Programy řídicích systémů pracují v prostředí operačního systému Microsoft Windows.

Měřicí systém harvestoru vyhodnocuje data získaná ze senzorů umístěných na harvestorové hlavici, dále data, která zadá bezprostředně během výroby operátor a data z ceníku uloženého v počítači. Na základě těchto informací pak navrhuje optimální skladbu sortimentů tak, aby dosáhl maximálního zpeněžení pro aktuálně zpracovávaný kmen, popř. upravuje skladbu sortimentů dle jejich požadovaného celkového podílu v rámci zakázky. Ceník je soubor, ze kterého získává měřicí systém informace o parametrech požadované výroby, např. druh dřeviny, rozměry jednotlivých sortimentů, jejich reálné nebo častěji relativní zpeněžení apod. Informace do souboru ceník zadává operátor nebo majitel stroje. Měřicí a řídicí systém harvestoru mají tzv. pracovní režim a režim nastavení. V pracovním režimu má operátor k dispozici aktuální informace k právě prováděné těžbě (např. délka a průměr výřezu, označení sortimentu nebo prognóza sortimentů, které budou následovat) a k vybraným funkčním parametrům harvestoru (např. teplota hydraulického oleje, množství paliva nebo otáčky motoru). V režimu nastavení např. zadává operátor identifikační informace k těženému porostu a ke svojí osobě, provádí volby tiskové sestavy realizované výroby, zadává podklady pro výrobu, provádí kalibraci měření nebo diagnostiku a nastavení funkčních parametrů stroje.

Obr. 13.48.1. Pracovní režim měřicího a řídicího systému TimberMatic H09 (John Deere)



Obr. 13.48.2. Režim nastavení měřicího a řídicího systému TimberMatic H09 (John Deere)

V harvestorové technice se stále ve větší míře uplatňují principy **telematiky**, což je technologický obor zabývající se kombinací přenosu a zpracování dat se zobrazovacími a jinými sdělovacími systémy a prostředky. Majitel stroje tak může na dálku přes vlastní komunikační zařízení posílat nebo získávat informace vztahující se k provozním charakteristikám harvestoru. Jedná se například o aktuální polohu harvestoru nebo jeho pohyb v terénu v určitém časovém období, polohu jednotlivých vyrobených sortimentů v lese, informace vztahující se k diagnostice servisních parametrů a k chybovým hlášením harvestoru, informace k celkové spotřebě paliva nebo ke spotřebě dle jednotlivých pracovních operací, informace k parametrům provedené těžby apod. Kromě toho systém umožňuje detailně sledovat činnost operátora během jeho pracovní doby.

Pro zvýšení efektivity práce, ekologické čistoty pracovišť a přehlednosti jsou některé harvestory a vyvážecí traktory dovybaveny globálním navigačním systémem (GPS). GPS slouží k určení polohy, rychlosti pohybu a přesného času na zemském povrchu i nad ním pomocí soustavy družic umístěných na oběžné dráze Země. Tato soustava družic je schopna zajistit nepřetržité pokrytí téměř celého zemského povrchu navigačními signály, pomocí kterých mají uživatelé GPS přijímačů možnost zdarma určovat polohu téměř kdekoliv na Zemi.

Spolu se systémem GPS se do těžebně dopravních strojů integrují i výkonné počítače, které mimo jiné umožňují vybavit tyto stroje pokročilými geografickými informačními systémy (GIS), které v součinnosti s výrobním a řídicím systémem harvestoru a systémem GPS umožňují lépe sledovat pohyb sortimentů dřeva v logistickém řetězci jeho zpracování.

13.5.2. Káceče

Káceč je víceoperační stroj, který strom pokácí a přemístí ho na plochu k ostatním pokáceným stromům v blízkosti těženého porostu, kde jsou stromy dále zpracovány nebo soustředěny dalšími prostředky na odvozní místo. Soudobé káceče nalézají uplatnění v kmenové těžební metodě zejména mimo Evropu v zemích Severní Ameriky a v tropických oblastech. K nejznámějším výrobcům kolových nebo pásových kácečů patří firmy Caterpillar, John Deere, Komatsu Forest, Prentice nebo TigerCat.

Káceče na kolovém podvozku

Kolové káceče jsou většinou vybaveny čtyřkolovým podvozkem, který je složen ze dvou rámů spojených kloubem. Zatáčení, tedy vzájemný pohyb obou rámů, se uskutečňuje pomocí dvou hydraulických válců, maximální úhel zatáčení činí cca 45 ° ± od podélné osy rámu. Obvyklá světlá výška podvozku u tohoto typu strojů se dle rozměrů použitých pneumatik pohybuje v rozmezí od 500 do 650 mm. Čtyřkolové podvozky jsou vybaveny dvěma pevnými nápravami s nezávislými uzávěrkami diferenciálů. Zadní náprava může být vertikálně výkyvná cca 15 ° nahoru a dolů od své podélné osy. Stroje bývají standardně vybaveny 26 " ráfky s diagonálními pneumatikami s duší nebo bez duše, šířky 711 mm, se vzorkem typu TRS, který lépe přenáší trakční sílu kola na půdní povrch. Se standardními koly se šířka strojů pohybuje mezi 2 700 až 3 000 mm. Při celkové hmotnosti strojů mezi 13 až 16 000 kg činí tlaky na půdu cca 60 až 80 kPa.

Obr. 13.49. Káceč Prentice na kolovém podvozku

Káceče bývají nejčastěji vybaveny šestiválcovými dieselovými motory se zdvihovým objemem mezi 6,5 až 7,5 l a výkonem 130 až 230 kW dle velikosti stroje. Motory většiny výrobců kácečů plní v této výkonové kategorii emisní normu EU Stage II nebo IIIA (EPA Tier II nebo III) a tudíž nesplňují platné emisní normy pro motory v Evropské unii – pro rok 2013 EU Stage IIIB (EPA zatímní Tier IV), od roku 2014 však již EU Stage IV (EPA Tier IV). Přenos hnací síly je dle jednotlivých výrobců kácečů realizován buď hydrostaticky nebo hydrostaticko-mechanicky.

Kabiny kácečů jsou konstrukčně řešeny jako neotočné, bez vyrovnávání polohy. Kabina operátora je vybavena bezpečnostními skly a splňuje bezpečnostní normy ROPS, FOPS a OPS. Základní funkce stroje jsou ovládány minipákami na loketních opěrkách sedadla operátora. Při jízdě je stroj řízen buď minipákami nebo volantem – dle řešení jednotlivých výrobců.

Káceče na kolovém podvozku jsou vybaveny krátkým výložníkem, který umožňuje naklápění a pohyb kácecí hlavice ve vertikálním směru podélné osy stroje. Je tedy nezbytné, aby káceč na kolovém

podvozku (na rozdíl od káceče na pásovém podvozku s hydraulickým jeřábem) přijel ke každému stromu, který chce pokácet. Kácecí hlavice těchto strojů jsou určeny pouze ke kácení, nelze s nimi tedy kmeny odvětvovat ani krátit. Dělící ústrojí kácecích hlavic kácečů je nejčastěji vybaveno pilovým kotoučem s 16 nebo 18 zuby a úřezem mezi 500 až 600 mm. Používána jsou však i konstrukční řešení se dvěma střihacími noži (max. průměr káceného kmene se pohybuje od 300 do 500 mm) nebo pilovou lištou. Ve většině případů jsou kácecí hlavice kácečů vybaveny zařízením pro uchopení více kmenů, akumulační kapacita takových hlavic se pohybuje od 0,4 do 0,8 m^2.

Káceče na pásovém podvozku

Káceče na pásovém podvozku mají ve srovnání s kolovými káceči výrazně vyšší terénní dostupnost (dle terénních podmínek cca 20 ° po vrstevnicích a 30 ° kolmo na vrstevnice), což je dáno zejména vyšší styčnou plochou pásového podvozku s půdním povrchem (cca 4,5 až 5 m^2) a vyšší šířkou podvozku (obvykle 3 až 3,5 m). Obvyklá světlá výška podvozku činí u tohoto typu strojů 600 až 800 mm. Zatáčení se uskutečňuje změnou rychlosti rotace levého nebo pravého pásu, popř. jeho zastavením. Díky velké styčné ploše pásového podvozku s půdním povrchem mají tyto stroje i přes vysokou provozní hmotnost (25–40 t) poměrně příznivé hodnoty tlaků na půdu. Dle typu stroje a šířky pásu (v obvyklém rozmezí od 600 do 700 mm) činí tlaky na půdu cca 40 až 70 kPa. Pojezdová rychlost je u pásových kácečů v porovnání s kolovými stroji výrazně nižší, cca 5 km/h.

Pásové káceče bývají obvykle vybaveny šestiválcovými dieselovými motory se zdvihovým objemem cca 9 l a výkonem v rozmezí 180 až 240 kW. Stejně jako u kolových kácečů, jsou i pásové káceče vybaveny motory s emisní certifikací Tier II nebo Tier III a nesplňují tak evropské emisní limity. Káceče s pásovým podvozkem využívají hydrostatický přenos hnací síly.

Pásové káceče jsou vybaveny otočnou kabinou s vyrovnáváním polohy. Kabina splňuje bezpečnostní normy ROPS, FOPS a OPS. Základní funkce stroje jsou ovládány minipákami na loketních opěrkách sedadla operátora.

Káceče na pásovém podvozku jsou vybaveny hydraulickým jeřábem s maximálním dosahem cca 8 až 10 m. V porovnání s hydraulickými jeřáby kolových harvestorů jsou hydraulické jeřáby pásových kácečů výrazně robustnější a mají cca dvakrát vyšší zdvihovou kapacitu. Dělící ústrojí kácecích hlavic pásových kácečů je nejčastěji vybaveno pilovým kotoučem s 18 nebo 20 zuby a úřezem mezi 550 až 700 mm. Používána jsou však i konstrukční řešení s pilovou lištou. Stejně jako u kolových kácečů jsou i hlavice pásových kácečů často vybaveny zařízením pro uchopení více kmenů.

Provozní péče o plně mechanizované těžební prostředky

V rámci provozní péče o plně mechanizované těžební prostředky hraje zcela zásadní roli operátor. Zkušený operátor dokáže pracovat tak, aby jeho činnost v dlouhodobém měřítku nebyla příčinnou poruch stroje, důležitá je i jeho motivace k provádění pravidelné denní údržby stroje. Při koupi stroje bývá jeho nový provozovatel seznámen se zásadami provozní péče o stroj. Tyto zásady jsou také detailně uvedeny i v návodu k obsluze, který je dle zákona součástí dodávky stroje. Opravy je vhodné provádět v co nejkratším termínu po jejich zjištění, v opačném případě může dojít ke zvětšení rozsahu poruchy, s čímž jsou spojené vyšší náklady na servisní zásah a náhradní díly a vyšší časová náročnost celé opravy. Kromě ekonomického hlediska, kde se promítají vyšší náklady na odstranění závady a časové prostoje stroje, může dojít vlivem zanedbané poruchy či pravidelné údržby i ke snížení životnosti stroje nebo ohrožení životního prostředí únikem provozních kapalin.

Některé úkony pravidelné údržby a oprav se provádí přímo v terénu např. na odvozním místě. Provozovatel technologie musí zajistit, aby při provádění údržby nebo oprav, popř. skladování provozních kapalin nemohlo dojít k jejich úniku a poškození životního prostředí. Prázdné nádoby na palivo a oleje, tuby od maziv atd. se musí shromažďovat a odstraňovat z lesa na oficiálně určené místo pro likvidaci odpadů. K látkám, které mohou představovat potenciální riziko pro životní prostředí, patří např. oleje, palivo, brzdová kapalina, filtry nebo baterie.

Intervaly pravidelné údržby jsou rozčleněny dle pokynů výrobce do kategorií dle dosaženého počtu motohodin stroje, např. pravidelná údržba po 10, 50, 250, 500, 1000 a 2000 mth. Úkony pravidelné údržby zahrnují vizuální kontrolu jednotlivých komponent stroje, kontrolu a výměnu provozních

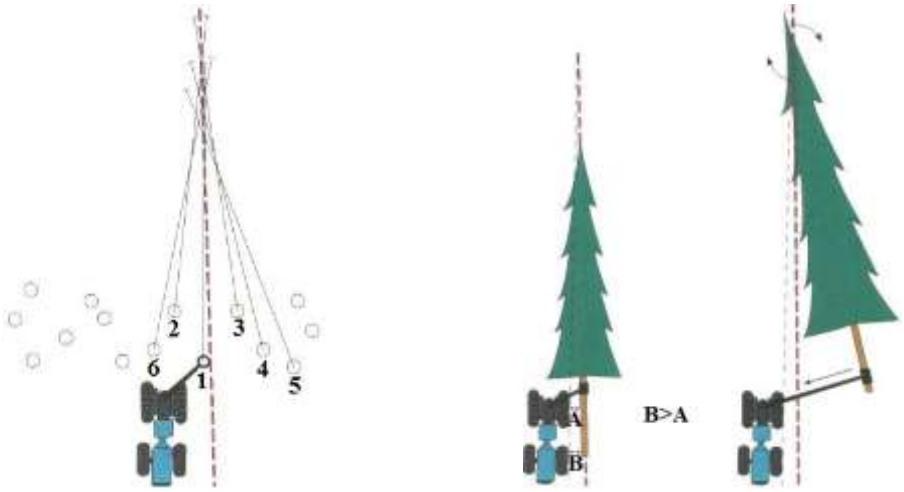
kapalin a filtrů, promazání mechanických prvků stroje, kontrolu tlaků hydraulických prvků, kontrolu funkce a čistoty jednotlivých funkčních prvků stroje apod. Úkony zejména pravidelné denní údržby provádí operátor sám, pravidelnou údržbu většího rozsahu bývá nezbytné svěřit autorizovanému servisu výrobce.

13.5.3. Pracovní postupy s plně mechanizovanými těžebními prostředky

Plně mechanizované těžební prostředky jsou představovány zejména kolovými a pásovými harvestory, ve světě jinak běžné káceče potkáme v evropských podmínkách jen zřídka. K dalším mechanizovaným prostředkům, používaným v procesu těžby dříví, patří procesory a různá konstrukční řešení jednooperačních odvětvovacích strojů.

Plně mechanizované technologie kladou pro mnohé nové požadavky jak na technologickou přípravu porostů a organizaci práce tak na operátory samotné. Nový operátor musí detailně zvládnout obsluhu a údržbu stroje i v náročných pracovních podmínkách, musí mít znalosti druhování dříví, během práce se může na stroji setkávat se závadami technického charakteru, závadami na hydraulice, elektrice nebo v počítači. Vzhledem k vysokým pracovním výkonům harvestorů může mít každé zanedbání v technologické přípravě pracoviště, organizaci práce nebo obsluze a údržbě stroje rozsáhlé ekonomické důsledky.

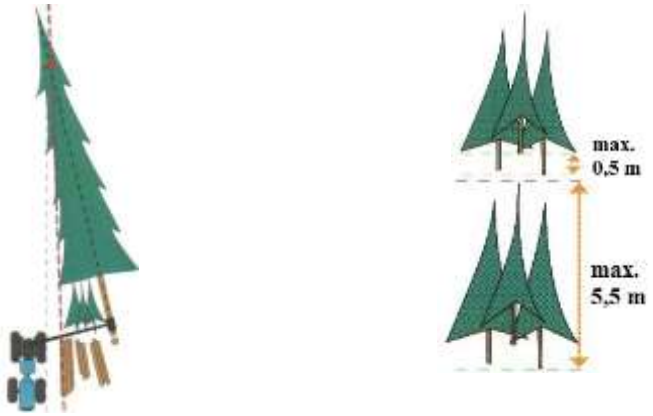
Před začátkem těžebních prací v porostu musí operátor stroje na základě předávacího protokolu převzít od zadavatele prací pracoviště a seznámit se s technologickým náčrtem porostu. V předávacím protokolu jsou detailně uvedeny požadavky zadavatele prací na výrobu jednotlivých sortimentů. Faktory, které mají vliv na to, kde by mělo v těžební jednotce začít kácení, jsou skládky, terén, cesty, elektrovody, hranice, příkopy, vodoteče, oddělení, která se nemají těžit a převládající směr větru. Stroj by měl být vždy situován tak, aby bylo skáceno co nejvíce stromů, než se přemístí na další pozici. Základním principem při těžbě je, že se kácení provádí směrem dovnitř těženého porostu. Při kácení stromů by měl operátor vždy zvážit převládající směr větru. Je-li to možné, kácejte vždy ve směru větru, a ne proti větru. U stromů menších velikosti vyžaduje kácení pouze jeden řez. U větších stromů může být zapotřebí více než jeden hlavní řez. Na svazích je vždy nejlépe začít na spodní straně (při patě) kopce. Další práce harvestoru pak postupují do svahu směrem nahoru. Stromy jsou káceny tak, aby jejich vrcholové části padaly do svahu nahoru směrem od stroje. Pak jsou stahovány ze svahu dolů za účelem zpracování a gravitace tak napomáhá při odvětvování. Nejprve se odřezávají stromy na lince nebo poblíž linky, aby došlo ke zvětšení prostoru pro manipulaci, teprve potom se kácí vzdálenější stromy. Jestliže je strom kácen v blízkosti linky, odvětvování se děje uprostřed vyvážecí linky před strojem. Pokud se stromy ke kácení nacházejí ve vzdálenosti větší než 4 m od stroje, následuje odvětvení v porostu a výřezy jsou uloženy co nejblíže k lince.



pořadí stromů a jejich směr kácení a podávání boční odstup zpracovávaného stromu a jeho úprava

Obr. 13.50.1. Technika práce s harvestorem

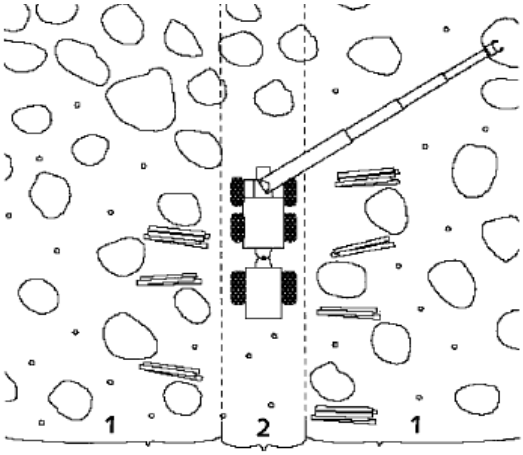
Operátor harvestoru by měl stromy určené k vytěžení z porostu postupně odkacovat po zralé úvaze v takovém pořadí, které usnadní mj. manipulaci s nimi při jejich zpracovávání, stejna jako ukládání vyrobených sortimentů (viz obr. 13.50.1.). Pokud bude po harvestorové těžbě zpracováván klest (vršky a větve) na energetickou štěpku, musí být pracovní postup operátora poněkud modifikován v tom smyslu, že mimo hrání sortimentů musí vytvářet i hromady klestu (nemůže nechávat klest rozptýlený po porostu). Ty by neměly být delší než 5,5 m, a začeleny by měly s přesností do 0,5 m (viz obr. 13.50.2.).



Obr. 13.50.2. Modifikace pracovního postupu při záměru výroby energetické štěpky

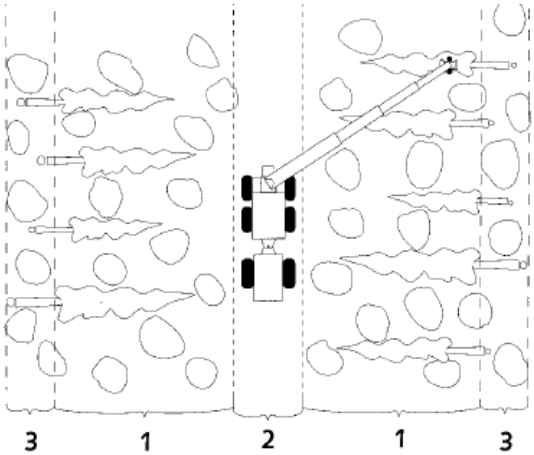
Probírka vykonávaná pouze harvestorem

Nejdříve se vykácí vyvážecí linka. Stromy na vyvážecí lince se odvětví, aby mohla být jízdní dráha pokryta klestem. Kořenové náběhy stromů a kořeny, které se mohou lehce poškodit, se pomocí harvestorové hlavice obloží uříznutými větvemi. Šířka vyvážecí linky by měla činit asi 3,5-4,0 m (viz obr. 13.51.). Kmeny jsou opracovány na vyvážecí lince. Stromy jsou káceny střídavě na pravé a levé straně. Před kácením je třeba vždy myslet na třídění výřezů a jejich následné nakládání na forwarder.



1. Dosah hydraulického jeřábu
2. Šířka linky 3,5-4,0 m

Obr. 13.51.1. Pracovní postup při probírce harvestorem



1. Dosah harvestoru
2. Šířka linky 4,0 m
3. Oblast manuální těžby

Obr. 13.51.2. Pracovní postup při probírce harvestorem a motorovou pilou.

Probírka kombinovanou technologií (harvestor a motorová pila)

Pracovní skupina se skládá z obsluhy harvestoru, obsluhy vyvážecího traktoru a dřevorubce (Obr. 13.51.2.). Výhoda této metody spočívá v tom, že kmeny s velkou hmotnatostí jsou pokáceny na vyvážecí linku ručně a mohou být harvestorem dále zpracovány. Metoda se osvědčila také v příkrém terénu, resp. pokud je vyšší rozestup vyvážecích linek, než kolik činí cca dvojnásobek max. dosahu výložníku harvestoru. Ideálně by každý člen pracovní skupiny měl střídavě vyvážet, obsluhovat

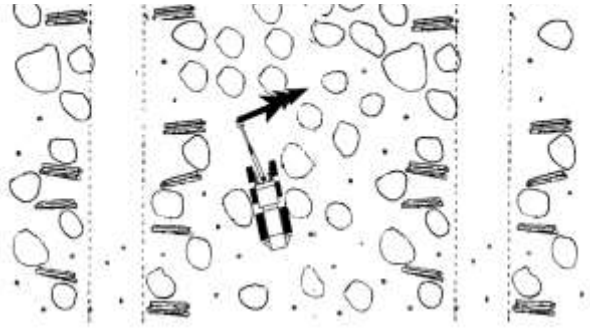
harvestor nebo kácet stromy, aby všichni poznali jednotlivé práce a vzájemně se respektovali. Je nezbytné důsledně dodržovat zásady bezpečnosti práce, zejména ve vztahu k bezpečným vzdálenostem harvestoru a pracovníka s motorovou pilou.

Druhé a třetí probírky pouze harvestorem – metoda tzv. ztracené linky

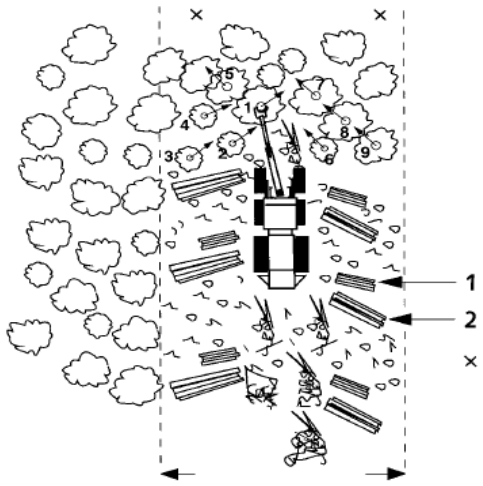
Tato těžební technologie se v porostu využívá při druhé a dalších probírkách, kdy nižší zakmenění umožňuje volný pohyb harvestoru nižší třídy v porostu. Harvestor se pohybuje přibližně v ose pracovního pole mezi dvěma vyvážecími linkami („ztracená“ linka), jejichž rozestup je větší, než kolik činí cca dvojnásobek max. dosahu výložníku harvestoru. Harvestor tedy neprokacuje další linku! Tuto technologii není proto možné použít při první probírce. Kácí stromy a ukládá je tak, aby je mohl následně zpracovat na výřezy při pojezdu po standardní lince. Je možná i varianta, kdy harvestor ze „ztracené“ linky zpracovává stromy standardně na sortimenty, které ovšem musí ukládat tak, aby byly v dosahu forwarderu, který se bude pohybovat po standardní lince.

Pracovní postupy při mýtní těžbě prováděné harvestorem

U obnovní těžby, jestliže to terén dovolí, je zásadou při jednom pojezdu zpracovat a vytěžit pruh o šířce 8-12 m. Při mýtních těžbách je používáno většinou obousměrné kácení, vyhne se tak zbytečným pohybům hydraulického jeřábu. Při této metodě zůstává těžební odpad na vývozní lince, jejíž únosnost se tak zlepší. Kácení jedním směrem se použije např. v hustém porostu, v přítomnosti zmlazení, oplocenek, el. vedení nebo převládajícím nevhodném směru větrů.



Obr. 13.52. Pracovní postup harvestorem ve druhé a dalších probírkách

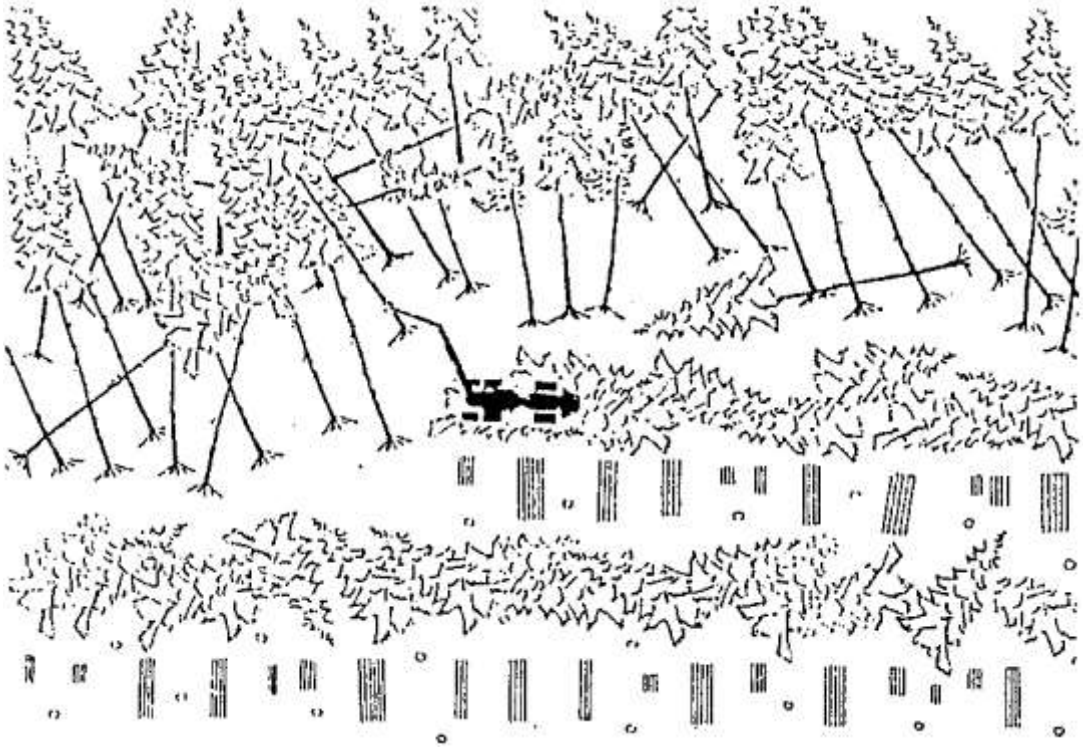


1. Vláknina 2. Kulatina

Obr. 13.53. Obousměrné kácení harvestorem v mýtní těžbě

Pracovní postupy při kalamitní těžbě harvestorem

V kalamitních těžbách je použití harvestorů zvláště výhodné zejména pro jejich vyšší výkonnost a bezpečnost práce ve srovnání s tradičními technologiemi, založenými na použití motorové pily. Je žádoucí prioritně nasazovat harvestory na odřezávání vyvrácených stromů od kořenového koláče; takřka bez rizika tak je řešena jinak nejnebezpečnější práce při zpracování vývratů motomanuálními postupy. S rychlostí zpracování kalamity souvisí odvoz dříví. Zvláště ve svažitých lokalitách jsou na odvozních místech k dispozici pouze omezené úložné kapacity. Žádoucí je proto kontinuální odvoz dříví. Při výběru strojů pro zpracování kalamit je třeba v případě pochybností vždy rozhodnout ve prospěch výkonnější třídy stroje.



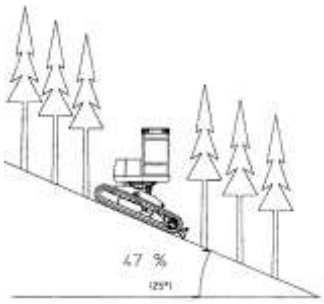
Obr. 13.54. Postup harvestoru při zpracování porostu postiženého kalamitou

Další mechanizované technologie lesní těžby

Pestrost výrobních podmínek, a tvůrčí schopnosti lesnického personálu na celém světě vedou k užívání různých strojů, zařízení, technologií a pracovních postupů, které jsou v našich podmínkách neobvyklé či netradiční. Mimo ruční práce a využívání gravitace to jsou terénní čtyřkolky, sněžné skútry, mobilní navíjedla, neobvyklá tažná zvířata a další.

Horské (pásové) **harvestory kombinované s LDZ** pracují tak, že kácí po spádnici úzké pruhové seče, a tam kde by na prudkých svazích odvětvené kmeny sjížděly, se používá stromová metoda (nevyužívá se tedy všech funkcí harvestoru). Poté následuje soustřeďování dřív LDZ. Příkladem horských harvestorů jsou pásové harvestory Neuson.

Odvětvování nastojato je možné **šplhací pilou** (Fichtel-Sachs), nebo s použitím **vyvětvovacího zařízení** (Baum hexe), či Beloit harvesteru. Od odvětvení stojících stromů se očekávalo, že odvětvené stromy půjdou snáze kácet, protože bude odstraněn vliv hmotnosti koruny a nebude nastávat zavěšování. Tento předpoklad se sice potvrdil, ale nevýhodou se ukázalo časté přeražení káceného stromu pádem na zem, protože neexistuje tlumící vliv koruny. Proto tato technologie nemá výrazné zastoupení.

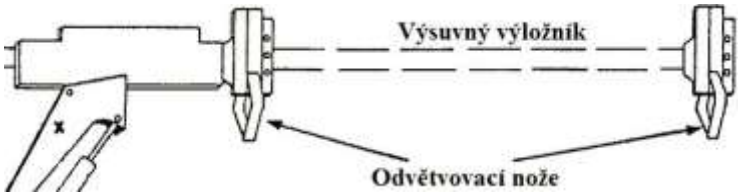


Obr. 13.55. Horský harvestor **Obr. 13.56. Odvětvování stojícího stromu – Beloit harvester**

Všem strojům pro **odvětvování celých stromů** v těžební ploše, na lince či odvozním místě je společné, že k nim musí být stromy soustředěny, což vyžaduje začlenění prostředku pro soustřeďování

dříví do technologického řetězce před odvětvovací stroj. Jen u strojů schopných se pohybovat po těžební ploše (LOGMA T 310) a odvětvovat stromy připravené kácečem-hromádkovačem, se zařazuje prostředek pro soustřeďování dříví do technologického řetězce až za odvětvovací stroj. Protože jsou odvětvovány stromy v celých délkách, bývá používán **taktový způsob podávání** (stroke delimbers), kdy je vždy strom držen ve dvou bodech (odvětvovacích čelistech) aby nedocházelo k lámání odvětvených částí kmenů vlastní vahou.

Schéma odvětvování odvětvovačem Logma



Princip taktového způsobu odvětvování

Obr. 13.57. Odvětvování celých stromů

Procesor na OM z evropských technologií prakticky zmizel (byl nahrazen použitím harvestorů), ale v Severní Americe se jedná o stroj (např. Hornet) běžný v extenzivních technologiích, ve kterých probíhá manipulace surových kmenů na OM.

Ostatní víceoperační stroje vykonávají více než jednu operaci, ale nelze je zařadit mezi procesory ani harvestory: **káceč-hromádkovač** (stroj kácí a výkonným výložníkem vytváří svazky stromů pro další soustřeďování, či pro odvětvování na těžební ploše); **káceč-vytahovač** (kácí a vlečením po zemi vyklizuje stromy oddenkem na okraj linky, pro zpracování procesorem); **káceč-přibližovač** (kácí a pokácené stromy nakládá na sebe do svěrného oplenu, a náklad stromů dopravuje k odvětvení na OM), najíždění musí být v plynulých obloucích – couvat prakticky nelze; **káceč-odvětvovač-přibližovač** (strom pokácí, odvětví a poté naloží na sebe do svěrného oplenu surové kmeny, které dopraví na OM), najíždění musí být v plynulých obloucích – couvat prakticky nelze; **štěpkovač s vyvážecím zásobníkem** (stroj, který seštěpkuje předkácené stromy a vyrobenou štěpku dopraví na OM, kde ji vysype na skládku, nebo přesype do silničního kontejneru); sortimentní **vyvážecí souprava se zkracovací drapákovou pilou** (slouží pro vyvážení stromových sekcí, které si sama nakrátí z předkácených stromů); **lanové dopravní zařízení s procesorovou jednotkou** (používané ve stromové metodě v příkrých svazích, kdy je manuálně, či horským harvestorem předkáceno, a poté se postaví lanovková trasa. Soustřeďují se celé stromy, které se od nosného lana přemisťují na skládky ramenem procesorové jednotky současně s odvětvením a zkrácením na výřezy); **sortimentní vyvážecí souprava s harvestorovou jednotkou** na výložníku (**harwarder**) používaná v předmýtních porostech nižších hmotnatostí, kdy při jednom průjezdu těží i vyváží dříví. Výkonnost je nižší než výkonnost harvestoru a forwarderu, ale ekonomika použití je slibná, protože práce dvou strojů je nahrazena prací stroje jednoho. Podíl odpisů na 1 m^3 vyrobeného dříví je proto nižší než u klasické harvestorové technologie.

Káceč-hromádkovač

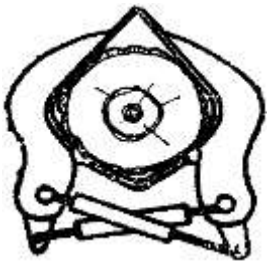
Káceč-přibližovač

Harwarder

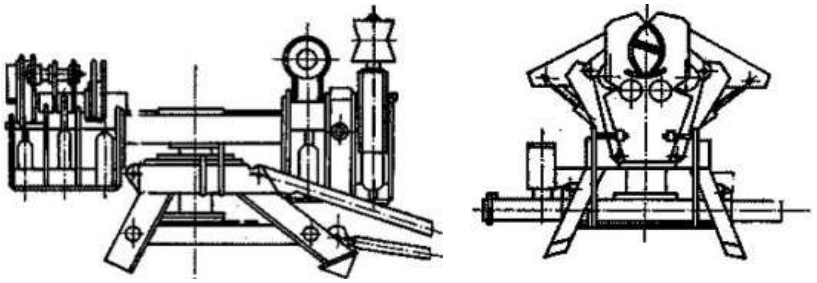
Obr. 13.58. Některé víceoperační stroje

Jako základový stroj s výměnnými nástavbami bývá deklarován i bagrový podvozek, dodávaný alternativně s bagrovou nástavbou jako bagr, nebo s harvestorovou nástavbou jako harvestor, či s lanovkovou nástavbou jako mobilní lanové dopravní zařízení. Takové řešení bývá inzerováno jako **three in one**, ale nepředpokládá se, že by si někdo pořídil všechny nástavby a měnil je. Technicky se tedy jedná o jeden základový stroj, použitelný s různými nástavbami. Pokud je bagrový podvozek použit jen pro bagr a harvestor (např. Menzi Muck), bývá inzerován jak **two in one**.

Víceoperační soustavy strojů se vyznačují tím, že jeden stroj soustavy není schopen pracovat samostatně a vykonávané operace odvětvování a přibližování jsou od sebe časově neoddělitelné. Příkladem je použití **protahovacích odvětvovacích strojů**, které mohou být umístěny v těžební ploše, na lince i na odvozním místě. Protahovací odvětvovací stroj byl zkonstruován a příslušné technologie vyvinuty v ČR v roce 1976 a pro investiční nenáročnost, provozní spolehlivost a technologickou pružnost se stal oblíbeným v Evropě i mimo ni. Vyráběn byl pod označením OVP-1, APOS, APOS-TWIN apod. v ČR a licenčně v dalších zemích. Po roce 1990 byl okopírován firmou Bell a dodáván jako Bell Static Delimber. V současnosti tuzemský výrobce Kollarovits Olomouce vyrábí a vyváží protahovací odvětvovací stroje do SRN pod značením Silvatrade OS -1



Obr. 13.59. Princip nožové hlavice



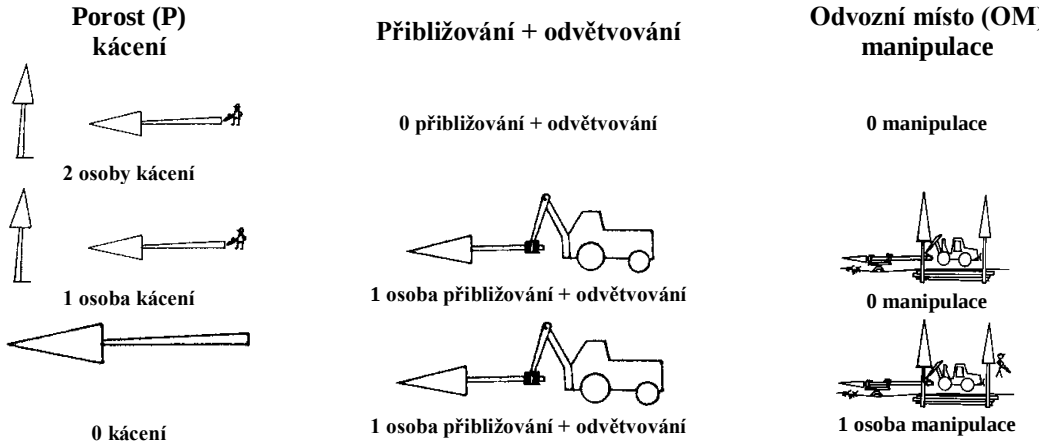
Obr. 13.60. Protahovací odvětvovací stroj OVP-1

Protahovací odvětvovací stroj je určen k odvětvování jehličnatých stromů do tloušťky 50 cm v zavětvené zóně, a díky pětinožové odvětvovací hlavici (1 nůž pevný, 4 nože pohyblivé) dosahuje vyhovující kvality odvětvení i v tloušťkách 8-10 cm. Základovou část stroje tvoří robustní podstavec s točnicí, na které je umístěna nástavba s nožovou odvětvovací hlavicí a přítlačnými válci. Pracovní postup je následující: klešťovým závěsem vloží traktorista strom mezi otevřené nože a přítlačné válce stroje. Působením hmotnosti stromu na výkyvný ozubený válec se otevře ventil, který přepustí tlak z tlakového akumulátoru do hydraulických válců ovládajících pohyblivé nože a přítlačné válce, které se sevřou kolem povrchu kmene. Traktor pak pojezdem protáhne strom odvětvovačem, přičemž sevřené nože odříznou větve. Při protahování stromu se ozubený válec odvaluje a pohání hydraulické čerpadlo, které natlakuje tlakový akumulátor pro další cyklus. Když protahovaný strom opustí odvětvovač, přestane působit jeho hmotnost na ozubený válec, ten se odlehčí a otevřením jiného ventilu rozevře odvětvovací nože. Alternativně může být otevírání a zavírání nožů ovládáno z místa řidiče traktoru povelovou radiostanicí. Podle zvolené technologie traktorista odvětvený kmen odloží a vrací se pro další strom nebo po odvětvení následuje přiblížení kmene na skládku a jeho druhování.

Odvětvování stromů protahováním se realizuje převážně s využitím speciálních lesních kolových **tahačů či traktorů (SLKT) vybavenými drapáky na krátkém výložníku**. V příznivých terénech je lze používat i pro přibližování dříví na kratší vzdálenosti, zatímco při delších vzdálenostech je vhodnější přibližování celých stromů před odvětvovací stroj traktorem s navijákem, a traktor s klešťovým závěsem použít jen pro protahování. Konstrukce výložníku klešťového závěsu musí umožnit podélnou a výškovou regulaci závěsu kleští, ale stranovou mít nemusí, protože je u zlamovacího řízení SLKT nahrazena natáčením náprav. Dosah kleští má být takový, aby řidič viděl na nabíraný náklad. Závěs kleští musí být volně otočný, ale nucený rotátor není nezbytný. Kleště musí být podélně výkyvné v rovině proložené osou nákladu, příčný výkyv nutný není – usnadní sice nabírání nákladu v nerovném terénu, ale zhoršuje stabilitu traktoru při jízdě kýváním nákladu. Pro ochranu klešťového závěsu před vytržením a pro příznivější rozložení zatížení na nápravy, bývají kleště v průběhu jízdy a protahování poutány lanem navijáku. UKT s klešťovými závěsy se pro protahování používají výjimečně, protože musí mít i stranovou stavitelnost a snížení zatížitelnosti traktoru je u nich citelnější než u SLKT.

Výsuvná lanová hubice rozšiřuje technologické možnosti SLKT s navijákem o odvětvování protahovacím odvětvovacím strojem. K zadnímu štítu traktoru je připojena teleskopickým členem s hydraulickým válcem, což umožňuje její vysunutí vzhůru o 60 cm pro zdvihnutí čel stromů do výšky potřebné k vložení mezi nože protahovacího odvětvovacího stroje. Při protahování i při jízdě musí být hubice v základní poloze, aby nedošlo k deformaci teleskopického členu a nezhoršovala se stabilita traktoru vyšším položením těžiště. Výhodou výsuvné lanové hubice je levnější řešení než klešťový

závěs a vyšší technologická pružnost (traktor s navijákem má vyšší svahovou dostupnost a není tak citlivý na nerovnosti terénu, protože nevyžaduje zajíždění ke každému pokácenému stromu). Při použití dvojitého protahovacího odvětvovacího stroje umožňuje výsuvná lanová hubice ve spojení s dvoububnovým navijákem protahování dvou stromů současně, což posouvá ekonomiku strojního odvětvování i do nižších hmotnatostí. Možnost protočení stromů v lanech pak umožňuje i odvětvování stromů křivých. Jako technologii pro rodinnou firmu a přibližovací vzdálenost do 300 m lze doporučit četu 1+1, tj. traktorista + těžař (oba s kvalifikací těžaře), vybavenou SLKT a protahovacím odvětvovacím strojem. Na počátku směny oba kácí a po nakácení zásoby dříví začne traktorista přibližování s odvětvováním a těžař přejde na OM manipulovat. Časové nevyužití traktoru po část směny (kdy traktorista kácí) je přijatelné, protože kácení bez odvětvování je rychlé. Obdobně, dočasné nevyužití odvětvovacího stroje při kácení stromů nepředstavuje přílišnou ekonomickou zátěž. Graficky lze technologii znázornit tak, jak uvedeno na Obr. 13.61.



Obr. 13.61. Schéma technologie 1+1 s protahovacím odvětvovacím strojem

13.6. Základní požadavky realizace pracovních postupů při těžbě dříví

Shrneme-li poznatky uvedené v předchozích statích, pak konstatujeme, že výrobní proces výroby surového dříví je nedělitelný sled činností od přípravy výroby až po předání dříví odběrateli. Bohužel není komplexní přístup obvyklý a řeší se jednotlivé výrobní fáze, či dokonce jen operace, bez návaznosti následných částí výrobního procesu na části předcházející. Úspěch v podobě efektivní a ekologicky šetrné těžby se však může dostavit jen při komplexním řešení celého výrobního procesu. Přípravě a řízení výroby (viz též kapitola č. 3 těchto skript) je společné rozhodování, který způsob provedení je v konkrétním případě optimální. Technologickou přípravou pracoviště rozumíme stanovení dopravních předělů v terénu, rozčlenění porostu přibližovacími linkami na pracovní pole, vyznačení stromů k těžbě, vymezení prostoru pro skládky dříví a stanovení směru kácení, soustřeďování a odvozu dříví. Příprava pracoviště tak musí být v přímé vazbě na zvolenou technologii, tj. na těžební metodu, technologické a pracovní postupy i používané prostředky, a musí být provedena včas. Pracoviště připravené pro určitou technologii může jen kompromisně vyhovovat pro technologii jinou, nebo může být dokonce zcela nevyhovující. Jako příklady lze uvést:

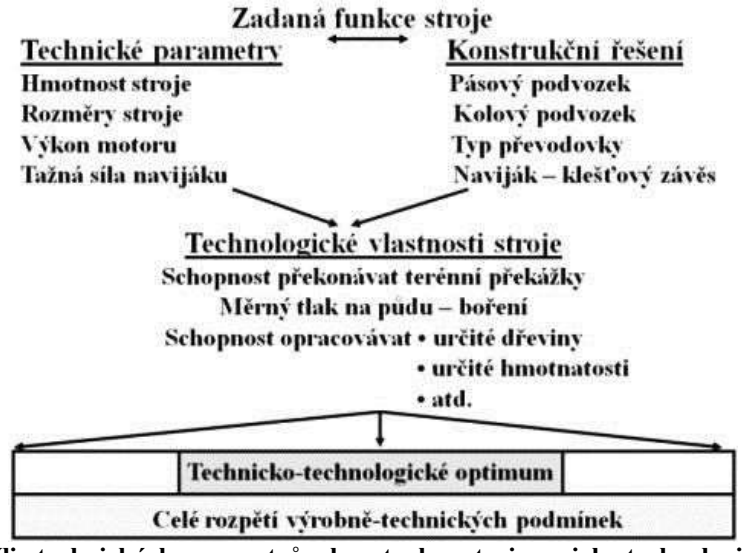
- Rozestup přibližovacích linek, jejich směrové a spádové vedení, i šířka, mohou být pro jednotlivé technologie výrazně odlišné. Rozestup linek pro vyklizování lanem nevyhoví pro vyklizování drapákem na hydraulickém jeřábu forwarderu, protože jeho dosah je max. 11 m. Rozestup linek pro vyklizování lanem rovněž nevyhoví pro manuální snášení dříví v sortimentní metodě, variantě výřezů standardních délek, kdy může být vzdálenost linek v rovině max. 4x výška stromu, ideálně ale jen 2x výška stromu.
- Pro soustřeďování dříví koňmi vyhoví i linka vedená šikmo svahem, při soustřeďování dříví traktorem je možný jen pohyb po spádnici (kolmo na vrstevnice).
- Šířka linky pro koně nevyhoví v případě, že by měla být použita pro vyvážecí soupravu, nebo jako technologický koridor pro práci procesoru či harvestoru.
- Linky trasované pro traktory nemusejí vyhovovat vyvážecím soupravám, protože ty nemohou do linky zacouvat (nebo jen s obtížemi), a mají horší příčnou stabilitu.

- Výjezdy linek na skládky a komunikace používané koňmi a traktory nemusejí vyhovovat vyvážecím soupravám, a to jak z hlediska poloměru otáčení, tak jejich schopnosti překonat podélné nerovnosti terénu.
- Velikost skládky pro kmenovou metodu nemusí postačovat metodě sortimentní (z hlediska počtu skládek pro jednotlivé sortimenty), ani metodě stromové (chybí-li prostor pro uložení klestu).

13.7. Rámcová charakteristika technologických kategorií strojů v těžbě dříví. Ostatní stroje v lesní těžbě. Stroje pro desintegraci dřeva.

Každý stroj používaný v lesní výrobě je konstruován pro plnění určité funkce, a kvalita plnění této funkce rozhoduje o jeho použitelnosti a zařazení do technologie v konkrétních výrobně-technických podmínkách. Při pořízení stroje a jeho zařazování do provozu se nehodnotí jen jeho **technické parametry** (rozměry, hmotnost, výkon motoru) a **konstrukční řešení** (podvozku, převodovky), aniž by se neposuzovalo, jaký vliv budou mít na jeho použitelnost – na **technologické vlastnosti** (odvětvovacím strojem LOGMA nelze odvětvovat tyče, s motorovou řetězovou pilou nejnižší hmotnostní a výkonové kategorie nelze kácet přestárlé listnaté porosty). Provoz lesního hospodářství (zákazník) formuluje základní požadavky na stroj: co má vykonávat a v jakých podmínkách. Podle tohoto hledá konstruktér vhodná konstrukční řešení stroje, a jeho technické parametry. Ty se vzájemně ovlivňují, a výsledkem jsou technologické vlastnosti stroje. Prakticky nikdy nemůže být stroj schopen obsáhnout celé rozpětí výrobně-technických podmínek, ale má své **technicko-technologické optimum** (tím i optimum ekonomické a optimálně vyhoví podmínkám bezpečnosti práce) jen v určitém **rozpětí výrobně-technických podmínek** (sklon terénu, únosnost půdy, hmotnatost těžených stromů). Mimo něj je použitelný buď kompromisně, při poklesu výkonnosti a kvality práce, zvýšení nákladů na výrobu a rizika úrazu; nebo není použitelný vůbec, při únosnosti půdy nižší než je měrný tlak ve stopě se stroj zaboří, při vyšším sklonu terénu než je statická stabilita se převrátí, atd.

Technologická pružnost je souhrn technologických vlastností stroje, odvozených od jeho technických parametrů a konstrukce, umožňující jeho použití v různých operacích a technologiích. Jednoduché, víceúčelové, či univerzální stroje mají zpravidla velkou technologickou pružnost při nižší výkonnosti (motorová pila); a naopak jednoúčelové stroje mívají vysokou výkonnost, ale jen v úzkém rozpětí použitelnosti – mají nízkou technologickou pružnost (kácecí stroj). Stroje s vyšší technologickou pružností jsou méně náročné na přípravu a řízení výroby, i méně citlivé na chyby a omyly při jejich nasazení, protože jejich univerzálnost znamená i schopnost vyhovět protichůdným požadavkům. To vysvětluje, proč jsou stroje s vyšší technologickou pružností v provozu lesního hospodářství oblíbené; a proč se zařazují stroje s nižší technologickou pružností do specializovaných středisek, nebo jsou využívané jen na velkých lesních majetcích. **Technologická setrvačnost** je používání určité technologie, přestože pro její užívání pominuly rozumné důvody, např. manipulace tenkého dříví z probírek na skladech.



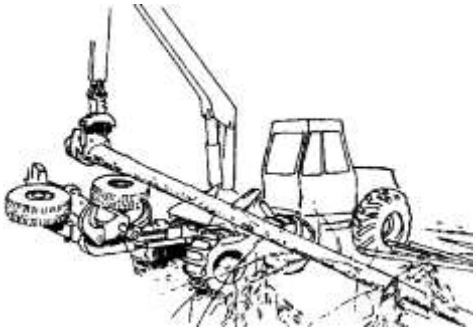
Tab. 13.17. Vliv technických parametrů a konstrukce stroje na jeho technologické vlastnosti

Motorové pily jsou stroje s nejvyšší technologickou pružností, použitelné ve všech těžebních metodách; v prořezávkách, předmýtních, mýtních i nahodilých těžbách; ve všech dřevinách a v operacích kácení, odvětvování, vyvětvování, příčné přeřezávání i podélné dělení, a s adaptéry i v dalších činnostech (kácecí polštář – přetlačování stromu do směru pádu, naviják – vyklizování dříví a vyprošťování, adaptér Logosol – výroba řeziva). Rozhodování se proto omezuje jen na výběr vhodné hmotnostní a výkonové kategorie pily.

Procesory a harvestory jsou progresivní stroje, které zařazujeme do technologických řetězců mechanizovaných a vysoce či plně mechanizovaných těžebních technologií. Vyznačují se zejména tím, že potřeba ruční či motomanuální práce je při jejich použití snížena (procesory) či zcela odstraněna (harvestory), jejich produktivita práce je často násobně vyšší oproti práci motomanuální a zlepšeny jsou taktéž jejich parametry ergonomické a hygienické.

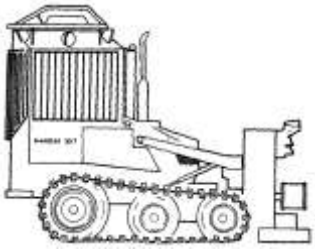
Procesor je stroj, který není schopen kácet, ale odvětvuje a krátí stromy pokácené. **Procesory kompaktní**, ke kterým je nutné stromy transportovat, u nejjednodušších typů nesených UKT (Vimek) i ručně, jsou oblíbené v zemích s tradiční držbou malolesů. Podle místa práce procesoru se řeší přísun dříví k procesoru a odsun od něj, resp. pohyb procesoru za dřívím. Z technologického hlediska je podstatné, zda je procesor schopen práce na lince, či na odvozním místě. Někdy se mezi procesory zahrnují i převozné manipulační soupravy. **Výložníkové procesory** jsou **jednofázové** (one grip processor) – mající procesorovou jednotku na konci výložníku, a po jediném uchopení ležícího stromu následuje jeho odvětvení a zkrácení; a **dvoufázové** (two grip processor) – nesoucí procesorovou jednotku „na sobě“, u kterých slouží výložník s kleštěmi jen pro vkládání stromů do procesorové jednotky. Ke zpracování stromu je potřeba dvou manuálních úkonů, a to navedení kleští na oddenek pokáceného stromu a jeho uchopení, a poté vložení oddenku stromu do odvětvovacího a zkracovacího zařízení. Vzhledem k tomu, že s výjimkou manuálně vykonávaných úkonů jsou všechny ostatní realizovány v automatickém režimu, je výkonnost dvoufázového procesoru výrazněji závislá na zapracovanosti operátora a jeho schopnosti prostorového vnímání. Při zpracování stromů nízkých hmotnatostí je výhodnější procesor jednofázový, pro zpracování stromů vyšších hmotnatostí procesor dvoufázový (vkládání stromu do procesorové jednotky je snazší a rychlejší, než práce se zatíženou procesorovou jednotkou na konci výložníku). Výhodou jednofázových procesorů je třídění za pohybu, umožňující soustřeďování veškerého dříví dohromady (dřeviny, dimenze) a třídění až na OM současně s výrobou sortimentů.

Obr. 13.62. Jednofázový procesor

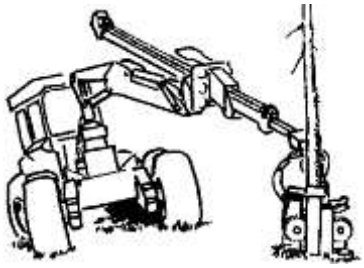


Obr. 13.63. Dvoufázový procesor

Harvestory stromy kácejí, odvětvují, zkracují, třídí výřezy a ukládají je. **Harvestory kompaktní** mají kácecí a odvětvovací zařízení nesené na přední části stroje, a tak musejí zajíždět ke každému stromu na dotyk (Makeri). **Harvestor jednofázový** (one grip harvester) má harvestorovou jednotku umístěnou na konci výložníku, a po jediném uchopení stromu následuje jeho pokácení, odvětvení a zkrácení. **Harvestor dvoufázový** (two grip harvester) má na konci výložníku kácecí hlavici, a integrované zařízení pro odvětvování a zkracování (procesorovou jednotku) nese „na sobě“.



Obr. 13.64. Kompaktní harvestor



Obr. 13.65 Jednofázový harvestor

Obr. 13.66. Dvoufázový harvestor

Kácecí hlavice slouží i k vložení pokáceného stromu do procesorové jednotky. Ke zpracování stromu je potřeba dvou manuálních úkonů, a to nejprve navedení kácecí hlavice na patu stromu určeného ke kácení, a poté vložení oddenku pokáceného stromu do procesorové jednotky. Vzhledem k tomu, že s výjimkou těchto manuálně vykonávaných úkonů jsou všechny ostatní úkony realizovány v automatickém režimu, je v nižších hmotnatostech (do hmotnatosti 0,35 m^3 těženého stromu) výkonnost dvoufázového harvestoru nižší až o 7 % než jednofázového, a je výrazněji závislá na zapracovanosti operátora a jeho schopnosti prostorového vnímání. Při hmotnatostech těžených stromů nad 0,35 m^3 je výkonnější dvoufázový harvestor (v hmotnatostech 0,90 m^3 a vyšších až o 12 %), a to proto, že ve vyšších hmotnatostech je manipulace jednofázového harvestoru s celým stromem v průběhu odvětvování obtížná a pomalejší. Pro oba typy je kritériem použitelnosti tloušťka káceného stromu na pařezu, ze které se odvozuje, zda se jedná o stroj pro předmýtní či mýtní těžby. Dalším kritériem použitelnosti je typ kácecího zařízení (hydraulické nůžky, řetězová pila). Z hlediska praktické použitelnosti je u dvoufázového harvestoru důležité, zda je schopen odvětvit stejné tloušťky, jaké je schopen pokácet!

U **kácecích strojů** není podstatné, zda jde o speciální stroj či základový stroj s adaptérem. Významný je typ podvozku a jeho konstrukce, ovlivňující průchodnost stroje terénem v závislosti na únosnosti půdy, členitosti terénu a sklonu svahu. Zjednodušeně platí, že do neúnosných plochých terénů jsou vhodnější pásové stroje, a do členitých, únosných terénů stroje kolové. Důležitá je konstrukce kácecího zařízení, protože stříhací zařízení působí podélné praskliny v těženém dříví, a proto je použitelné jen při těžbě vlákninového a energetického dříví. Rozhodující je způsob práce (daný konstrukcí stroje) a z toho vyplývající požadavky na pohyb stroje terénem! **Káceč-usměrňovač** (často adaptér na čelním nakladači), se používá v extenzívních těžbách, ve kterých oddělí strom od pařezu a pojezdem usměrní jeho pád. Mimo MAKERI a BOBCAT, vyvážejících stromy ve vertikální pozici, není schopen stromy zdvíhat, a tím ani svazkovat. Kácí jen ve směru jízdy, stromy, ke kterým musí zajet na dotyk! Z toho vyplývají technologická omezení daná mikroreliefem a sklonem terénu, rozestupem stromů, a nedotknutelností sousedních ploch (mlazina, elektrické vedení, cizí pozemek). Ujetá vzdálenost na pokácení jednoho stromu je nepříznivá. Při technologické přípravě pracoviště je nutné pamatovat na to, že soustřeďování dříví začíná tam, kde skončilo kácení, aby byl poslední kácený kus nahoře. Kácení stromů proti sobě se nedoporučuje, protože vznikají těžko rozebíratelné hromady. Pokud chybí prostor na najíždění stroje, je nutné dokončit kácení motorovou pilou. **Káceč-hromádkovač** má kácecí zařízení na výložníku, kterým stromy zdvihá a otočením ramene (případně i pojezdem) přemísťuje a ukládá na hromadu. Z jednoho postavení kácí více stromů, proto je ujetá vzdálenost na pokácený strom příznivější než u káceče-usměrňovače. Díky výložníku je méně citlivý na mikrorelief terénu, a má menší potíže při zahajování a ukončování pracoviště než káceč-usměrňovač. Použitelný je v extenzívních i selektivních těžbách. Pořadí kácených stromů není striktní, pokud zůstane zachována průjezdná linka. Pokud slouží linka v porostech s přirozeným zmlazením pro ukládání vytěžených stromů, musí kácení začít na opačném konci, než odkud bude zahájeno přibližování a prokácení linky s přiblížením dříví z ní musí být realizováno před kácením v porostu. **Káceč-přibližovač**, používaný v extenzívních těžbách má kácecí zařízení na výložníku, kterým je strom po pokácení vložen do svěrného oplenu pro současné přibližování. Vylučuje časové disproporce při současném nasazení káceče a přibližovacího prostředku, má nejkratší ujetou dráhu na pokácení a přiblížení 1 stromu, ale vyžaduje velké oblouky při najíždění, a naložený není schopen couvání. Těžební plocha musí být orientovaná podélně (podkovovité najíždění), protože kácí vějířovitě šikmo vzad ve směru jízdy (u některých typů jen jednostranně). Tento handicap je dán konstrukcí podtrhávací kácecí hlavice, výkonností hydrauliky a poměrem hmotnosti stroje a káceného stromu. **Káceč-vytahovač** má kácecí zařízení na výložníku, kterým je strom po skácení přitažen k lince pro

zpracování procesorem. V současné době není používán, a v minulosti bylo jeho použití ve schematických výchovných těžbách v mladých porostech rozčleněných hustou sítí linek. Protože je do zapojených smrkových porostů špatně vidět, byl používán hlavně v borových porostech.

káceč-usměrňovač káceč-hromádkovač káceč-přibližovač

Obr. 13.67. Kácecí stroje

U **odvětvovacích strojů** je významné, na které lokalitě pracují; zda odvětvují jednotlivé stromy či skupiny stromů; jaké je konstrukční řešení odvětvovacího zařízení (řetězová pila, nožová hlavice třínožová a pětinožová, článkový pás s břity, frézování); a jaký je způsob podávání stromu do řezu (protahování, protlačování taktovým způsobem, protlačování ozubeným válcem, protlačování ozubeným pásem).

Odvětvování stojících stromů před kácením se nerozšířilo, nastojato odvětvené stromy se sice snáze kácí a nezavěšují se, ale při pádu na zem se často přerazí, protože pád není tlumen větvemi koruny. Vyvětvovací zařízení se proto většinou používají v průběhu růstu porostu, pro získání většího podílu bezsukého řeziva.

Stroje **odvětvující na těžební ploše** (lince, VM, OM) si pokácené stromy přitahují k sobě lanem navijáku či hydraulickým výložníkem, nebo k nim musí být stromy soustředěny, což vyžaduje začlenění dalšího prostředku do technologického řetězce. Některé odvětvovací stroje se pohybují po těžební ploše a zpracovávají stromy připravené kácečem-hromádkovačem. Taktový způsob podávání umožňuje odvětvování kmenů od tlustého i tenkého konce a při protisměrném odřezávání větví jsou odstraněny i pahýly a nedořízнuté zbytky vláken, tzv. „vousy“.

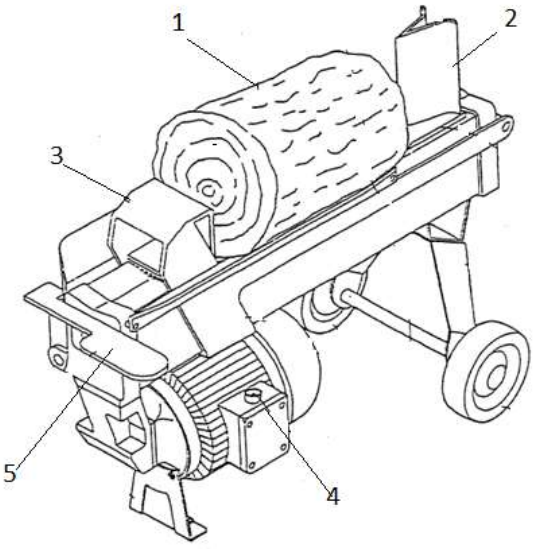
Odvětvování na centrálním místě zpracování (v ČR se nyní nepoužívá) vyžaduje soustředění i odvoz celých nebo dělených stromů. Při odvozu se pro stlačení větví stromů mezi klanice používá kompaktační zařízení. Odvětvení může být jednotlivé, nebo v případě stromových sekcí hromadné v bubnových odvětvovacích zařízeních, obdobných bubnovým odkorňovačům, ve kterých se větve olamují třením sekcí o sebe a o hlavní a vedlejší rotory. Nejčastěji používaná nožová odvětvovací hlavice nemůže dokonale kopírovat povrch kmene v širokém tloušťkovém rozmezí, ale pro odvětvování kulatinových sortimentů, které ještě projdou odkorňovačem (který odstraní i pahýly větví) je kvalita odvětvení vyhovující, a provozní spolehlivost nožových hlavic je bezkonkurenční. Horší kvalita odvětvení je u tenkého vlákninového dříví v případech, kdy je pro odvětvení použita nožová hlavice pro tlusté dříví (nasazení mýtních harvestorů do předmýtních těžeb). V těchto případech zůstává v okolí pahýlů větví zbytek kůry i po odkornění dříví v bubnových odkorňovačích. Někteří výrobci harvestorových hlavic proto vyrábějí hlavice se dvěma pevnými odvětvovacími noži o různých poloměrech. Nůž s menším poloměrem, pro odvětvování tenkého dříví je na pružinách, a automaticky se vysouvá do pracovní polohy při kácení a odvětvování tenkého dříví. Při uchopení tlustého dříví se pružiny stlačí, a funkční je nůž s větším poloměrem. Odvětvování článkovaným řetězem s břity je kvalitní, protože řetěz dokáže poměrně dobře kopírovat povrch kmene v širokém rozpětí tlouštěk, ale každý čep řetězu je zdrojem postupně se zvětšující vůle, vedoucí k tomu, že řetěz na sucích odskakuje, nebo se zařezává pod úroveň povrchu kmene. Proto od tohoto principu výrobci strojů ustupují. Nejdokonalejším principem odvětvování je frézování, kdy různý počet fréz kopíruje povrch kmene, a případně jsou ještě frézy upevněny na rotujícím rámu. Odfrézovány jsou nejen větve, ale i kůra a povrchová vrstva dřeva, a opracovávané dříví dostane pravidelný válcovitý tvar. Vzhledem k velké ztrátě dříví se tento princip používá zřídka, a to zejména v případech, kdy je zpracováván polotovar pro dřevěné sloupy.

odvětvování článkovaným řetězem odvětvování frézováním odvětvování v bubnu

Obr. 13.68. Některé z principů odvětvovačích ústrojí

Stabilní odkorňovače jsou pro **jednotlivé odkorňování** (surových kmenů, výřezů), nebo pro **hromadné odkorňování** v bubnech (vlákninové dříví). Vždy je nutný transport dříví na místo zpracování (železnicí, auty) a odsun od stroje (vnitropodnikovou dopravou). **Mobilní odkorňovače** se používají na OM a na skladech dříví (kde není trvale stabilní odkorňovač) a při kalamitních těžbách. V současnosti převládají mobilní odkorňovače na automobilních soupravách (Doll), mající různý způsob pohonu, podávání dříví k odkorňování i jeho odběru. Kdekoliv použitelné jsou odkorňovací **frézovací adaptéry na motorové pily**.

Štípačky na palivové špalíky jsou určené pro předem nakrácené špalíky (25, 33, 50 cm) a pro delší polena jsou nepoužitelné. **Mobilní štípačky** pro OM jsou obvykle tažené a poháněné UKT (pro větší objemy štípání), nebo to jsou adaptéry zapojované rychlospojkami na vnější okruh hydrauliky traktoru (pro malé objemy štípání). Jednotlivé kusy lze štípat i upravenými kleštěmi drapákového závěsu na SLKT (čelisti jsou ukončeny břity). Přísun dříví ke štípání je přibližováním a z OM se odváží hotové sortimenty – vláknina a palivo.



Obr. 13.69. Horizontální štípačka s elektrohydraulickým pohonem; 1-špalek, 2-štípací klín jednoduchý, 3 pohyblivá opěra, 4-pohon, 5-ovladač

Obr. 13.70. Vertikální štípačka s elektrohydraulickým pohonem (Posch)

Skladové štípačky jsou hydraulické či řetězové, vertikální či horizontální. Horizontální mohou mít pracovní stůl, nebo se štípe na zemi ve žlabu. Štípání na zemi ve žlabu je vhodné jen pro štípání palivového dříví, nebo pro hrubé třídění štípáním na palivo a vlákninu. Přísun polen a odsun štěpin je sapinou. Má-li být získán speciální sortiment – štěpiny s rezonančním dřívím, štěpiny na výrobu šindele, atd., štípe se na štípačkách s pracovním stolem, nebo na vertikálních hydraulických štípačkách, které umožňují dokonalé okulární posouzení kvality dříví a precizní vyštípání požadovaných segmentů, ale za cenu velkého podílu ruční práce. Štípání většího objemu polen na palivové štěpiny na

skladech či na OM je možné i adaptéry na bagry, kterými jsou buď rotační štípací kužele, nebo štípací kleště (ty jsou praktičtější, protože je s nimi možné zastat i manipulaci s poleny a štěpinami).

Samostatnou skupinou jsou **štípačky agregované se zkracovací pilou** (hydraulicky poháněným přeřezávacím ústrojím, tzv. krátičkou). Do zařízení se vkládá surový kmen, ze kterého se odřezávají (odstřihávají) špalíky, které jsou v další fázi rozštípnuty. Ve výrobnách paliva se používají stabilní stroje s elektromotory, na OM se používají adaptéry nesené na tříbodovém závěsu a poháněné UKT, nebo adaptéry připojované rychlospojkami k profesionální kompletaci místo čelního rampovače. Odpor štípání roste s počtem současně funkčních klínů, proto jsou u vícenásobných štípacích klínů jejich roviny posunuty, aby byl náběh potřebné síly postupný. Protože je nejnižší potřeba štípací síly při štípání „přes dřeň“, centruje se štípané dříví proti klínům tak, aby osa klínu procházela dření. K tomu slouží různá zařízení od jednoduchého regulování výšky podávacího žlabu řetízkem, až po opticko-hydraulické centrování. Štípáním nelze získat výrobek přesného geometrického tvaru, jelikož se uplatňuje vliv nepravidelnosti průběhu dřevních vláken, nerovnosti letokruhů, suků, točitosti vláken.

vícebřitý štípací nástroj

štípací čelisti na klešťovém závěsu SLKT

kotoučová pila agregovaná se štípačkou

štípací kužel

Obr. 13.71. Štípání dříví

Štípací nástroje lze rozlišit na nože, klíny a štípací kužele. Štípací nůž a klín vykonávají vlastní štípání dříví. Jejich ostří zajišťuje štípání a prvotní vniknutí mezi dřevní vlákna a zároveň určuje směr štípání daného kusu dřeva. Líce nože i štípacího klínu oddělují rozštípnutá dřevní vlákna od sebe. Jednodílné štípací nože a klíny dělí poleno pouze na 2 části. Líce nožů jsou vybroušeny pod úhlem 25°, líce klínů svírají úhel 45° až 50°. Vícebřité štípací nástroje dělí štípaný kus na 4 až 18 štěpin.

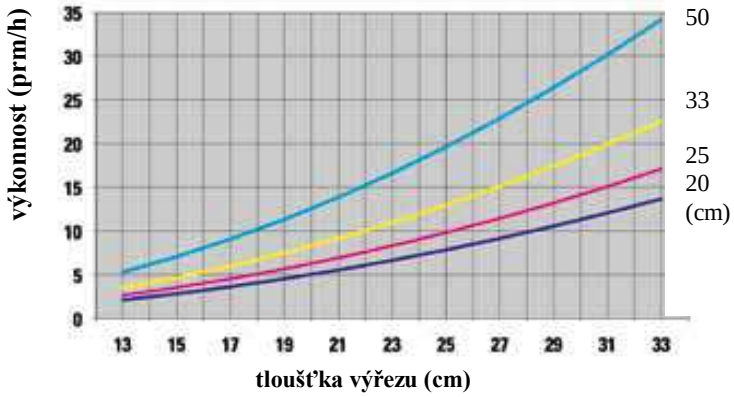
U **vertikálních štípacích strojů** je poleno štípáno ve svislé poloze. Poleno je postaveno na štípací stůl nebo opěrnou desku stroje pod štípací klín a spuštěním štípacího klínu směrem dolů je poleno rozštípnuto. U těchto strojů se vždy pohybuje klín proti polenu. Tyto štípací stroje vyvozují štípací sílu od 50 do 300 kN a maximální délka štípaného polena je u krátkých 55 cm a u metrových 130 cm. U těchto strojů je potřeba dříví manuálně přemístit do ložného prostoru kontejneru, popřípadě do hráně.

Horizontální štípací stroje štípou poleno ve vodorovné poloze. Tyto stroje využívají dva způsoby štípání. Buď je poleno tlačeno štípací deskou proti pevně uchycenému štípacímu klínu, nebo je poleno zapřeno o tuto desku a je tlačen klín do tohoto polena. U strojů pro domácí použití činí štípací síla ca 60 kN a maximální délka polen je 60 cm. Profesionální horizontální štípací stroje vykazují štípací sílu od 90 do 550 kN, maximální délka polena je podle typu stroje 60 cm, resp. 125 cm. Tyto stroje bývají vybaveny hydraulickým zvedacím zařízením.

Štípání dřeva pomocí **drapáku** na principu kleští, kdy jsou proti sobě tlačeny 2 klíny, bývá používáno u dlouhých a přesílených kmenů, které nevyhovují štěpkovači. Drapák lze použít na výložníku bagru, na jeřábovém nakladači, popřípadě na vysokozdvižném nakladači. Štípací síla je podle typu 260–340 kN, výjimečně až 500 kN.

Štípání dřeva **štípacím kuželem** využívá principu zavrtávání ostrého rotujícího kužele, opatřeného na povrchu závitem, do výřezu dříví určeného ke štípání. Štípací klín lze umístit na výložník rypadla (štípání na OM, apod.), na hřídel poháněnou elektromotorem nebo vývodovou hřídelí traktoru, apod. Štípacím kuželem mohou být zpracovávány i velmi tlusté výřezy, štěpiny jsou ovšem velmi nepravidelné.

Obr. 13.72. Víceoperační štípací stroj (Posch)

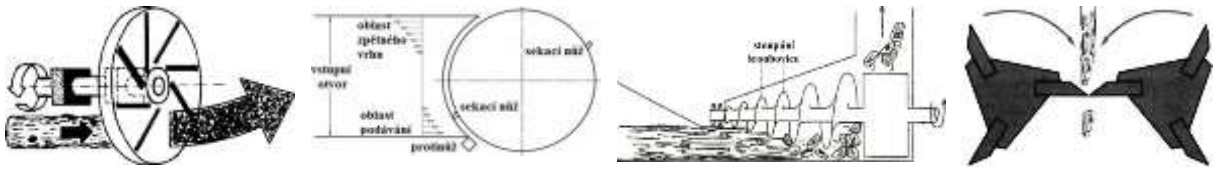


Obr. 13.73. Orientační výkonnost víceoperační štípačky (označení křivek – dle délky polen) (Posch)

Víceoperační štípací stroje jsou určeny pro štípání kmenů a výřezů bez předchozího krácení. Kmeny a výřezy jsou vkládány na štípací stroj hydraulickým jeřábem, čelním nakladačem nebo vlastním podávacím ústrojím (viz Obr.13.72.). Dopravník štípacího stroje daný kus transportuje do řezací části, kde je kmen nebo výřez rozřezán řetězovou nebo okružní pilou na polena požadované délky, která pak následně postupují do štípacího prostoru. Zde je poleno rozštípnuto na určitý počet štěpin, který je dán použitým štípacím nástrojem. Vyrobené štěpiny pak dále postupují (dopravníkem) na místo uložení či balení.

U **dobývačů pařezů** je z hlediska technologického významné, jakým způsobem je pařez získán, což může být **odfrézováním** (s využitím štěpek, nebo bez něj), **odvrtáním** vnitřního válce, nebo **vytržením** (kap. 8. a 23).

Štěpkování a **drcení dříví** jsou způsoby homogenizace různorodých materiálů, jako jsou stromky z prořezávek a výchovných těžeb, větve a vršky z výchovných a obnovních těžeb, celé stromy, pařezy, manipulační odřezky, pilařský odpad, materiál z demolicí atd. Optimální volba štěpkovače (drtiče) a jeho zařazení do vhodné technologické varianty jsou obtížným úkolem, protože existuje velká variabilita vstupního materiálu, mobilnosti strojů (na hydraulice traktoru; tažené traktorem; na vyvážecí soupravě; na automobilu nebo přívěsu; stabilní), typů sekacího ústrojí (diskové, bubnové, spirálové) a podávacího zařízení (ruční, gravitační, manipulátorem). Volba štěpkovače je ovlivněna i požadavkem odběratele na kvalitu štěpek (drtě) podle frakcí a jejich velikosti.



disková sekačka | bubnová sekačka | spirálová sekačka | sekačka s protiběžnými noži

Obr. 13.74. Principy pracovních mechanizmů sekaček

Diskové sekačky mají 2-7 nožů uložených radiálně na setrvačníku, v rovině kolmé na osu otáčení. Setrvačník akumuluje kinetickou energii, tím překonává rozdílnost v tloušťce podávaného materiálu i nerovnoměrnost podávání, a umožňuje nižší příkon motoru. Obvodová rychlost nožů klesá směrem ke středu setrvačníku, proto je podávací otvor posunut k jeho obvodu a je malý. To umožňuje jen podávání samostatných větví, stromků či výřezů. Zato kvalita štěpek je velmi vyrovnaná (podíl nadrozměrných frakcí je nízký), a proto jsou diskové sekačky určeny hlavně pro technologickou štěpku. **Bubnové sekačky** mají nože uloženy na povrchu pláště bubnu, rovnoběžně s osou otáčení. Vhodné jsou pro chaotický materiál – klest, protože mají velký vstupní otvor daný šířkou bubnu a jeho průměrem. Nutný je vstupní žlab a mačkací válec, jehož úlohou je zhutnění podávaného materiálu pod polovinu výšky podávacího otvoru, protože jeho horní polovina je oblastí zpětného vrhu. Protože při přetížení rychle ztrácejí otáčky, bývají vybaveny pojistkou proti přetížení, která dočasně zastavuje přísun materiálu, než se otáčky zvýší na pracovní. Nevýhodou velkého vstupního otvoru je stáčení podávaného materiálu, čímž místo sekání napříč dochází k podélnému štípání a ke vzniku dlouhých

třísek. Kvalita štěpek je proto nízká. **Šnekové (spirálové) sekačky** jsou vzhledově podobné mlýnku na maso, a výroba štěpky neprobíhá sekáním, ale odřezáváním. Jejich výhodou je nízký příkon, a nevýhodou je nemožnost seřizování velikosti štěpek, protože nemají protinůž, a změna velikosti štěpek je možná jen výměnou šroubovice za jinou, s odlišným stoupáním. Zpracování chaotického materiálu je nemožné, zpracovávat lze samostatné větve, stromky či výřezy, proto jsou vhodné jen do malovýrobních technologií. Pro výrobu palivových špalíků z celých stromků z prořezávek a prvních probírek je vhodná **sekačka s protiběžnými noži** (např. typ Rojek).

Tloušťka výřezu cm	Výkon motoru	
	kW	HP
20	40	55
30	90	122
40	160	218
50	250	340
60	360	490
70	490	667

1 kW = 1,36 HP

Podle R. Wellink, Dutch Dragon (2008)

Tab. 13.18. Vztah mezi tloušťkou štěpkovaného materiálu a potřebným výkonem motoru

Přibližný vztah mezi maximální tloušťkou štěpkovaného materiálu a potřebným výkonem motoru lze vyjádřit rovnicí

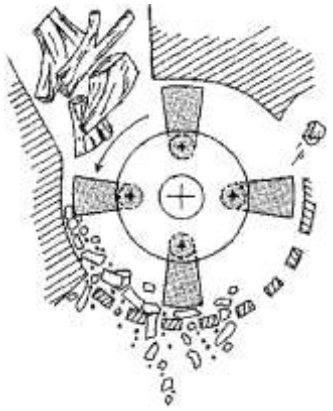
$$\text{výkon v kWh} = \frac{(\text{max. tloušťka v cm})^2}{10}$$

Při občasné desintegraci tlustého dříví je z energetického hlediska vhodnější přesílené výřezy před štěpkováním rozštípat, než dimenzovat sekačku na největší možné dimenze! Tuto zásadu podporuje i fakt, že ceny strojů pro dezintegrací dříví prudce rostou s tloušťkou materiálu, který jsou schopny zpracovat.

Kategorie	Výkonnost m^3/hod	Tloušťka materiálu cm	Příkon kW	Cena index
Malé	3-25	8-35	20-100	100
Střední	25-40	(35) -50	60-200	220
Velké	40-100	(40) -55	200-550	900

Tab. 13.19.Kategorizace sekaček a drtičů

Materiály, které nelze bez poškození nožů dezintegrovat sekačkami (pařezy, dříví z demolic), nebo jsou tak pružné, že projdou mezi nožem a protinožem (vrbové proutí, odřezky dýh) se dezintegrují stabilními či mobilními **drtiči** a **rozvlákňovači**.



Obr. 13.75. Princip kladivového drtiče

Při dezintegraci pařezů jsou častěji používány drtiče mobilní, protože při odvozu neskladných pařezů je využití vozidel minimální, a při zpracování pařezů obsahujících zeminu zůstane hlušina na místě zpracování, a převáží se jen dřevní frakce. Produktem drcení a rozvlákňování je energeticky použitelná drť, případně se drcení používá jen pro zmenšení objemu odpadu, a v tom případě se drť kompostuje,

nebo ukládá na skládky. Princip **rozvlákňovače** spočívá v tom, že proti pomaluběžnému kotoučovému rotoru opatřenému na čelní straně tvrzenými hroty je hydraulicky tlačen materiál určený k dezintegraci, čímž jsou z něj vytrhávána vlákna. Princip **kladivového drtiče** je stejný jako u drtičů kameniva. Na rotoru jsou otočně umístěna kladiva – tlouky, která odstředivou silou narážejí do materiálu a odlamují z něj drobnější frakce. Narazí-li kladivo na kámen (kov), nepoškodí se, ale protočí se na rotoru a pevný materiál projde mimo pracovní orgán. Velikost frakcí je dána mezerami mezi kladivy – proto jsou v drti stejně velké frakce dřeva i pevných částic, a proto je technologické využití drtě prakticky nemožné. Používají se i **pomaluběžné šroubové drtiče** (Langsamlaufende Schraubenmühle), ve kterých je materiál dezintegrován ve dvou krocích, nejprve nahrubo dvěma protiběžnými šroubovicemi, a poté další šroubovicí s protinoži. Rozvlákňovače i drtiče jsou rozměrné stroje s výkonnými motory a značnou směnovou výkonností, proto jsou vhodné jen pro velkou koncentraci hmot. Jejich činnost je doprovázena vysokou hlučností a prašností, proto nemohou pracovat kdekoliv, ale pro jejich umístění je nutný souhlas hygienické služby. Ten může být v zástavbě podmíněn instalací protihlukové bariéry a zkrápěním pro omezení prašnosti.

PŘÍLOHY

Přílohy navazují na kapitolu **4.8. Certifikovaná metodika kontrolní činnosti škod způsobených těžební činností**. Přílohy č. 1 – 6 se týkají hodnocení způsobených škod a stanovení jejich přijatelnosti, přílohy od č. 7 se týkají doporučení, jak škodám těžbou předejít nebo je alespoň snížit.

Příloha 1

Formulář pro záznam poškození půdního povrchu a stromů provozem těžebně dopravních strojů bez ohledu na techniku a technologii

Posouzení po těžebním zásahu - po asanaci											
Majitel lesa:											
Porost:					Datum posouzení:						
Plocha porostu (ha):					Holoseč/těžební plocha:				Počet zkus. ploch:		
Velikost zkusné plochy: čtvercová (20 x 20 m)											
Rovina do% 10%					mírný sklon do 30%				prudké svahy do 70%		
Číslo zkusné plochy	Zastoupení prostředků:			kůň	UKT	LKT	HT	lanovka	Techn.:	sortiment	kmenová	stromová
	Poškození půdy v hloubce				Poškození půdy v délce				Poškození na stromech			
	Hloubka rýhy v bodech (cm)				Délka rýhy ve čtverci (m)				Poškození stromů (cm2)			nepošk.
	1	2	3	4	1 - 4		2 - 3		do 10	do 100	přes 100	stromy

Příloha 2

Protokol o předání a převzetí pracoviště

Odd:		Věk:		Dřevina:	
Porost:		Zakmenění:		Svah:	
Výměra:		Prům. hmotnatost:		Podloží:	

Příprava porostu

Rozestup vyklizovacích linií: [m]
Šířka vyklizovacích linií: [m]
Minimální výška klestu: [cm]
Předpokládaný maximální průměr těženého kmene: [cm]
Seznámení se se zvláštnostmi pracoviště (např. stav porostu a případných stávajících vyklizovacích linií, únosnost terénu, atd.):

Zajištění poskytnutí první pomoci:
Schematický technologický náčrt:
Požadavek na sortimentaci
- pilařské výřezy:
- agregát:
- vláknina:
- jiné:

Odhadnutý probírkový zásah: [m^3 / ha] Celkem: [m^3]

Dřevina	**Sortiment**	Průměr na slabším konci s.k. [cm]
Smrk		
Borovice		
Modřín		
Ostatní jehličnaté		
Buk		
Bříza		
Ostatní listnaté		

Asanace podloží a poškozených stromů:

Termín zahájení prací: Termín dokončení prací:

Objednavatel prací: Dodavatel prací:

Příloha 3

Předávací protokol o provedené probírce (záznam poškození půdy a stromů)

Odd…….porost:…….. Výměra celého porostu:…….ha, provedený zásah:……..ha.

Charakteristika půdy na prac: vlhkost suchá čerstvá mokrá

zrnitost bez skeletu drobný skelet hrubý skelet

druh půdy štěrk písek jílovitopísčitá jílovitá hlinitá rašelinná

Počet zkusných ploch: Počet měřicích bodů:

Vyjeté koleje na linkách střední svahy do 30% příkré svahy do 70%

do 15 cm ……% v délce …...m; do 7 cm……% ……m; do 7cm…….%.....m

do 25 cm …….% v délce …...m; do 10 cm…..% …….m; do 10cm……%.....m

do 35 cm ……% v délce ……m; do 15 cm…..% …… m; do 15cm……%.....m

Odd…….porost:…….. Výměra celého porostu:…….ha, provedený zásah:……..ha.

Sklon vyvážecích linek %: …… Průměrná šířka linek: plánovaná……. skutečná…….

Zjištěné škody na půdě:

Zjištěné škody na stromech ve zkusných plochách:

Počet stromů bez poškození: .... %

Počet poškozených stromů ve zkusných plochách: do 10 cm^2……% přípustná míra 10 %

do 100 cm^2……...% „ „ 5 %

přes 100 cm^2…….% nepřípustné

Další nedostatky:

nebezpečí eroze na svahu……..

nedostatek klestu na linkách:……..…

Asanace škod:

rovnání povrchu linek……..…

odtok vody z linek…….

oprava přejezdů přes příkopy a jejich vyčištění……..

Objednavatel prací: Dodavatel prací: Pracoviště ČIŽP

Příloha 4

Kritéria hloubky koleje dle souborů lesních typů pro rovinaté terény

sklon svahu ve směru linie do 10 % - (5°) - rovinatý terén					
Kategorie	Mezní parametry rýhy (překročení nutno vyloučit technologickým opatřením)	vyvážeci-vyklizovaci linie (dočasná)	Kategorie	Mezní parametry rýhy (při překročení nutná asanace)	sběrná-přibližovaci linie (trvalá)
		SLT			SLT
A 1 - 4 LVS mm srážek	hloubka do 35 cm 15% celkové délky	pro vyklizovaci (vyvážeci) linie nelze tuto hloubku tolerovat	A 1 - 4 LVS 700 mm srážek	hloubka do 35 cm 15 % celkové délky	1-4S, 1-4B, 1-4K,1-4O, 1-4P, 1-5L, 1-5U, 1-4V, 1-4W, 1-4H, 1-4D, 1-4G, 1-4Q, 1-4C, 1-4I, 3-4R (při hlouboe koleje nad 25 cm - nutná asanace)
	hloubka do 25 cm 15% celkové délky	1-4S, 1-4B, 1-4K, 1-4W, 1-4I, 1-4O, 1-5L,1-4Q, 1-5U,1-4V		hloubka do 25 cm 15 % celkové délky	1-4N, 1-4M, 1-4A, 1-4S (skel.), 1-4B (skel.), 1-4K (skel.)
	hloubka do 15 cm 30% celkové délky	1-4H, 1-4D, 1-4N, 1-4A, 1-4M, 1-4C, 1-4G, 1-2T, 3-4R, 1-4P		hloubka do 15 cm 30% celkové délky	bez omezeni SLT - platí pro všechny soubory - není nutné asanovat
B 5- 6 LVS 700 - 900 mm srážek	hloubka do 35 cm 15% celkové délky	pro vyklizovaci (vyvážeci) linie nelze tuto hloubku tolerovat	B 5 - 6 LVS 700 - 900 mm srážek	hloubka do 35 cm 15 % celkové délky	5-6S, 5-6B, 5-6K, 5C, 5-6O, 5-6P, 5-6V, 5-6L, 5U, 5-6G, 5-6R, 5T, 5-6H, 5-6D (při hlouboe koleje nad 25 cm - nutná asanace)
	hloubka do 25 cm 15% celkové délky	5C, 5-6R, 5T, 5-6J, 5U, 5-6Q, 5-6A		hloubka do 25 cm 15 % celkové délky	5-6Y, 5-6N, 5-6A, 5-6M, 5-6S (skel.), 5-6B (skel.), 5-6K (skel.)
	hloubka do 15 cm 30% celkové délky	5-6Y, 5-6N, 5-6Z 5-6A, 5-6M, 5-6S (skel.), 5-6B (skel.), 5-6K (skel.), 5-6F, 5-6H, 5-6I,5-6O, 5-6P, 5-6G		hloubka do 15 cm 30% celkové délky	bez omezeni SLT - platí pro všechny soubory není nutné asanovat
C 7 (8) LVS 900 - 1.400 mm srážek	hloubka do 35 cm 15% celkové délky	pro vyklizovaci (vyvážeci) linie nelze tuto hloubku tolerovat	C 7 (8) LVS 900 - 1.400 mm srážek	hloubka do 35 cm 15 % celkové délky	pro přibližovaci (sběrné) linie nelze tyto hloubky stopy tolerovat
	hloubka do 25 cm 15% celkové délky	7(8)K, 7(8)S, 7B, 8A, 7(8)V, 7O, 7P, 7(8)Q		hloubka do 25 cm 15 % celkové délky	7(8)K, 7(8)S, 7B, 7D, 7(8)V, 7O, 7P, 7(8)Q, 7(8)T, 7(8)G,7(8)R
	hloubka do 15 cm 30% celkové délky	7(8)N, 7(8)A, 7(8)Y, 7(8)Z, 7(8)M, 7(8)K (skel.), 7(8)S (skel.), 7B (skel.), 7(8)F, 7(8)T, 7(8)G, 7(8)R		hloubka do 15 cm 30% celkové délky	7(8)N, 7A, 7(8)Y, 7(8)Z, 7(8)K (skel.), 7(8)S (skel.), 7B (skel.), 7(8)M

Příloha 5

Kritéria hloubky koleje dle souborů lesních typů pro středně prudké svahy

sklon svahu ve směru linie 10 - 30 % (6 - 16°) - středně prudké svahy					
Kategorie	Mezní parametry rýhy (překročení nutno vyloučit technologickým opatřením)	vyvážecí-vyklizovací linie (dočasná)	Kategorie	Mezní parametry rýhy (při překročení nutná asanace)	sběrná-přibližovací linie (trvalá)
		SLT			SLT
A 1 - 4 LVS 700 mm srážek	hloubka do 15 cm 15% celkové délky	1-4S, 1-4B, 1-4K, 1-4, 1-4W	A 1 - 4 LVS 700 mm srážek	hloubka do 15 cm 15% celkové délky	1-4S, 1-4B, 1-4K, 1-4O, 1-4P, 3-5U, 2-4V, 1-4W, 1-4H, 1-4D, 1-3N, 1-4A, 3-4F, 1-3M, 1-4C, 1-4
	hloubka do 10 cm 20% celkové délky	1-4H, 1-4D, 1-3N, 1-4A, 1-3M, 1-4C, 1-3I, 1-4O, 1-4P, 3-5U, 2-4V		hloubka do 10 cm 20% celkové délky	4N, 4M
	hloubka do 7 cm 25 % celkové délky	bez omezení SLT - platí pro všechny soubory		hloubka do 7 cm 25 % celkové délky	bez omezení SLT - platí pro všechny soubory
B 5 - 6 LVS 700 - 900 mm srážek	hloubka do 15 cm 10 % celkové délky	5-6S, 5-6B, 5-6K, 5U	B 5 - 6 LVS 700 - 900 mm srážek	hloubka do 15 cm 10 % celkové délky	5-6S, 5-6B, 5-6K, 5U, 5C, 5-6O, 5-6V, 5-6L, 5-6D
	hloubka do 10 cm 15 % celkové délky	5-6A, 5-6M, 5C, 5-6O, 5-6P, 5-6V, 5-6L ,5-6S (skel.), 5-6B (skel.), 5-6K (skel.)		hloubka do 10 cm 15 % celkové délky	6N, 5-6Z, 6M, 5-6A, 5-6H, 5-6P, 5-6G, 5-6Q
	hloubka do 7 cm 25 %celkové délky	5-6N, 5-6I, 5-6M, 5-6Y, 5-6F, 5-6Q		hloubka do 7 cm 25 % celkové délky	5-6Y, 5-6I, 5J
C 7 (8) LVS 900 - 1.400 mm srážek	hloubka do 15 cm 10 % celkové délky	pro vyklizovací (vyvážecí) linie nelze tyto hloubky tolerovat	C 7 (8) LVS 900 - 1.400 mm srážek	hloubka do 15 cm 10 % celkové délky	pro přibližovací (sběrné) linie nelze tyto hloubky stopy tolerovat
	hloubka do 10 cm 10 % celkové délky	7(8)K, 7(8)S, 7B, 7D, 8A		hloubka do 10 cm 10 % celkové délky	7(8)K, 7(8)S, 7B, 7V, 7(8)P, 7(8)M, 7(8)O, 7(8)D, 8R, 8T
	hloubka do 7 cm 20 % celkové délky	7(8)N, 7(8)Z 7(8)F, 7(8)Y, 7(8)V, 7(8)P, 7(8)G, 7(8)M, 7O, 7(8)Q, 7(8)T, 7(8)R		hloubka do 7 cm 20 % celkové délky	7(8)Z, 7(8)Y, 7(8)N, 7A, 7(8)F, 7(8)G, 7(8)Q

Příloha 6

Kritéria hloubky koleje dle souborů lesních typů pro prudké svahy

sklon svahu ve směru linie 31 - 70 % (16 - 35°) - prudké svahy					
Kategorie	Mezní parametry rýhy (překročení nutno vyloučit technologickým opatřením)	vyvážeci-vyklizovaci linie (dočasne)	Kategorie	Mezní parametry rýhy (při překročení nutné asanace)	sběrně-přibližovaci linie (trvalá)
		SLT			SLT
A 1 - 4 LVS 700 mm srážek	hloubka do 15 cm 10% celkové délky	pro vyklizovaci (vyvážeci) linie nelze tyto hloubky tolerovat	A 1 - 4 LVS 700 mm srážek	hloubka do 15 cm 10 % celkové délky	pro přibližovaci (sběrné) linie nelze tyto hloubky stopy tolerovat
	hloubka do 10 cm 15 % celkové délky	1-4S, 1-4B, 1-4K, 1-4W, 1-4D, 1-4X, 1-4N, 1-4Z, 1-4O, 1-4P, 1-4Q, 1-4T, 1-4A, 4R		hloubka do 10 cm 15 % celkové délky	1-4Z, 3-4F, 1-3J, 1-4S, 1-4B, 1-4K, 1-4W, 1-4D, 1-4A, 1-4C, 1-4O, 1-4V, 4R
	hloubka do 7 cm 20 % celkové délky	3-4Y, 1-4A, 1-4M, 1-4C, 1-4H, 1-3J, 1-4G, 1-4T		hloubka do 7 cm 20 % celkové délky	bez omezeni SLT - platí pro všechny soubory není nutné asanovat
B 5 - 6 LVS 700 - 900 mm srážek	hloubka do 15 cm 5 % celkové délky	pro vyklizovaci (vyvážeci) linie nelze tyto hloubky tolerovat	B 5 - 6 LVS 700 - 900 mm srážek	hloubka do 15 cm 5 % celkové délky	pro přibližovaci (sběrné) linie nelze tyto hloubky stopy tolerovat
	hloubka do 10 cm 10 % celkové délky	5-6S, 5-6B, 5-6K, (5U), 5-6V, 5-6A, 5-6F, 5-6Z		hloubka do 10 cm 10 % celkové délky	5-6Z, 5-6F, 5-6S, 5-6B, 5K, 5N, 5-6A, 5M, 5C, (5U), 5-6V, 5T, 6R
	hloubka do 7 cm 15 % celkové délky	5-6N, 5-6A, 5-6M, 5C, (6V), 5-6K (skel.), 5-6S(skel.), 5-6H, 5-6Y, 5-6J, 5-6G, 5-6P, 5-6O		hloubka do 7 cm 15 % celkové délky	5-6M, 5-6I, 5-6H, 5-6S(skel.), 5-6D, 6N, 6M, 6K (skel.), 5J, 5-6O, 5-6P, 5-6Q, 5-6G
C 7 LVS (8) 900 - 1.400 mm srážek	hloubka do 15 cm 5 % celkové délky	pro vyklizovaci (vyvážeci) linie nelze tyto hloubky tolerovat	C 7 LVS (8) 900 - 1.400 mm srážek	hloubka do 15 cm 5 % celkové délky	pro přibližovaci (sběrné) linie nelze tyto hloubky stopy tolerovat
	hloubka do 10 cm 10 % celkové délky	7(8)K, 7(8)S, 7B, 7(8)F, 7(8)T, 7(8)R		hloubka do 10 cm 10 % celkové délky	7(8)K, 7(8)S, 7B, 7V, 7(8)V, 7D, 8A, 7(8)T, 7(8)R
	hloubka do 7 cm 15 % celkové délky	7(8)N, 7(8)A, 7(8)Y, 7V, 7(8)K (skel.), 7(8)S (skel.), 7B (skel.), 7(8)G, 7P, 7O, 7(8)Q		hloubka do 7 cm 15 % celkové délky	7(8)Z, 7(8)M, 7(8)N, 7(8)A, 7(8)Y, 7(8)K (skel.), 7(8)F, 7(8)G, 7P, 7Q, 7O

Příloha 7

Index rezistence lesních půd ve vztahu k těžebně dopravní činnosti

Metoda stanovení předpokládané odolnosti půdy proti vlivům pojezdů strojů je založena na bodovém hodnocení jednotlivých charakteristik půdního prostředí **dle dále uvedených tabulek I až VI.** Minimální rezistence (odolnost) k poškození v rámci daného procesu těžebně dopravní technologie je hodnocena v každé tabulce bodově nejnižší hodnotou (=1). Maximální odolnost k poškození půdy v souvislosti s těžbou v lesních ekosystémech je naopak hodnocena nejvyšší bodovou hodnotou (=5).

Index půdní rezistence k těžebně dopravním procesům I_{op} se stanoví z poměru sumy skutečných hodnot jednotlivých parametrů určených z tabulkového bodového systému na stanovišti $I_{skut.}$ k maximálně možnému počtu bodů $I_{max.}$ z tabulek I až VI (při 6-ti tabulkách je to 6x5=30 bodů). Vypočtené indexy nejsou základní instrukcí pro stanovení přípustné hloubky koleje (rýhy) z pracovního procesu při těžbě lesních porostů, ale pouze informační hodnotou pro riziko stanoviště s možností návrhu využívající optimalizovanou technologii při těžebních postupech.

$$\mathbf{I_{op} = I_{skut.}/I_{max}}$$

Tabulkově diferencované parametry s dílčími hodnotami a charakteristikami

Stupeň rezistence	Únosnost půdy	Definice - hloubka stopy LKT, konzistence	Půdně taxonomické jednotky
1	extrémně nízká sucho - 30-50 kPa vlhko - 5-12 kPa	≥ 36 cm, nesoudržná, silně drobivá, kašovitá	Organosoly, Glejosoly
2	velmi nízká sucho - 51-140 kPa vlhko – 13-22 kPa	26-35 cm, drobivá, jíly, hlíny, velmi měkká až mazlavá za vlhka	Stagnosoly, glejové subtypy
3	snížená sucho–141-300 kPa vlhko – 23-50 kPa	16-25 cm, mírně ulehlá těžko rýpatelná, hlíny, písčité jíly, měkká za vlhka	oglejené subtypy Kambisolů, Luvisolů, Fluvisoly
4	mírně snížená sucho–300-600 kPa vlhko – 51-80 kPa	8-15 cm, ulehlá, středně tvrdá, těžko rýpatelná, tuhá ponechává tvar, písčité hlíny, za vlhka mírný otěr	suchá až mírně vlhká stanoviště Kambisolů, koluvizemě, Luvisolů, Regosolů, Černosoly
5	únosná sucho - > 601 kPa vlhko – 81-120 kPa	do 7 cm, pevná, tvrdá, tuhá, skeletnatá, (štěrk, kámen)	Podzosoly, Leptosoly, rankerové subtypy

Tab. I Stupeň únosnosti půdy (její rezistence) z aspektu taxonomické půdní jednotky a vytvořené pojezdové hloubky stopy

Stupeň rezistence půdního tělesa k erozi	Erodovatelnost	Půdotvorné substráty	Půdně taxonomické jednotky
1	extrémně erodovatelné	sprašové hlíny, spraše, váté písky	luvisoly, regosoly, arenozemě, antropické půdy
2	lehce erodovatelné	hlinité substráty flyšových hornin s rytmickou příměsí jílu, jílovité břidlice	rankery, rendziny, pararendziny
3	středně lehce erodovatelné	substráty rytmického flyše s převahou pískovců, paleogenní slepence, slíny, slínovce, karbonátové horniny	luvisoly oglejené, kambisoly rankerové, podzosoly, vertisoly
4	středně těžce erodovatelné	pískovce, arkózy, brekcie, břidličnaté ruly, fylity, vápence a navětralé žuly	stagnosoly, oglejené subtypy kambisolů a podzosolů
5	těžce erodovatelné	droby, horniny krystalinika štěrky, (diority, žuly, syenity, amfibolity), písky, neovulkanity, křemité pískovce, křemence atd.	gleje, kambisoly, černosoly, fluvisoly, organosoly

Tab. II Stupeň erodovatelnosti půdy (její rezistence) z aspektu půdně taxonomické jednotky a půdotvorného substrátu ve vztahu k možnosti odvození půdního druhu

Stupeň rezistence půdního tělesa k erozi	Obsah skeletu v profilu (objemově v %)	Klasifikační třída
1	76 – 95 %	velmi silně skeletovitá
2	51 – 75 %	silně skeletovitá
3	do 5 %	s ojedinělým skeletem
4	6 – 20 %	slabě skeletovitá
5	21 – 50 %	skeletovitá

Tab. III Stupeň odolnosti půdy (její rezistence) k poškození z aspektu obsahu skeletu v půdním profilu a řazení do klasifikační třídy skeletnatosti

Stupeň odolnosti (rezistence)	Sklon svahu v % a stupních	
1	51-70%	28-35°
2	31-50	17-27
3	21-30	12-16
4	11-20	7-11
5	< 10	0-6

Tab. IV Stupeň odolnosti půdy (její rezistence) z aspektu půdně erozních procesů dle sklonu svahu a sklonu na pracovní linii

Stupeň odolnosti (rezistence)	Délka svahu v m
1	501 – 600
2	401 - 500
3	201 – 400
4	101 – 200
5	do 100 m

Tab. V Stupeň odolnosti půdy (její rezistence) z aspektu půdně erozních procesů dle délky svahu a délky pracovní linie

Stupeň rezistence	Pokryvnost v %	Stav zabuřenění
1	< 10	téměř bez pokryvnosti
2	11 - 50	slabé a řídké až pomístné
3	51 - 99	středně silné a nesouvislé
4	100	středně silné a souvislé
5	> 100	silné a souvislé

Tab. VI Stupeň odolnosti půdy (její rezistence) z aspektu půdně erozních procesů dle délky svahu a délky pracovní linie

Kategorie rezistence lesní půdy – 1: <u>Půdy velmi silně rizikové</u>
<u>vypočtený index rezistence - Iop = 0,20 - 0,35</u>

Maximálně omezit holosečné obnovní postupy, upřednostňovat sortimentní těžební metodu. Používat clonné obnovní postupy s metodou dlouhých sortimentů, na forwarderech **striktně používat kolopásy pro neúnosná podloží (např. typ Eco Baltic)** na všech nápravách, ve sklonitých terénech vyvážet po svahu dolů a používat přitom forwardery opatřené na zádi stabilizačním tažným navijákem. **Vyvážecí linky opatřovat pokládkou klestu min. 30 až 40 cm vysokou**. Při soustřeďování dříví lanovkami aplikovat **úplný závěs břemene**. Na vodou nasycených úsecích vyvážecích linek pomístně používat pro dočasné zvýšení únosnosti povrchu půdy **umělohmotné mobilní rohože**. Po vytěžení odumřelých porostů bezprostředně zajistit umělou obnovu s co nejkratší dobou do zapojení následných porostů. Vyloučit budování přibližovacích linek a cest. Na vodou ovlivněných stanovištích (edafické kategorie – O, P, Q, T, G, R) ***upřednostňovat těžbu v zimním období***, pokud to umožní mocnost sněhové pokrývky.

Doporučené SLT v rámci velmi silně rizikové kategorie:

SLT ve svahové kategorii se sklonem > 26º: 4K, 4S, 4B, 4D, 4F
SLT ve svahové kategorii se sklonem > 26º: 5-6M, 5-6K, 5-6S, 5-6B, 5-6D, 5-6F
SLT ve svahové kategorii se sklonem > 26º: 7M, 7K, (8M, 8K, 8S), 7-(8)F
a soubory všech lesních typů: 0X, 0Z, 0Y, 0N, 1-4X, 1-7Z, 3-8Y, 1-5J, 8R, 4R, (3R 5-6R), 3R, 5R, 8-9R, 0G, 2-5G

Kategorie rezistence lesní půdy – 2: <u>Půdy silně rizikové</u> (s nízkou odolností)
<u>vypočtený index rezistence – Iop = 0,35 - 0,50</u>

Soustřeďování dříví lanovými **dopravními zařízeními v polozávěsu**, nebo jen ojediněle **koňmi na krátkou vzdálenost**. Na stanovištích se **sníženou únosností lze použít alternativně též traktory s nízkotlakými pneumatikami**. Při hodnotách *Iop* blízkých spodní hranici rozpětí indexu rezistence nepoužívat stromovou těžební metodu. **Na strojích se zdvojenými nápravami přednostně používat kolopásy pro neúnosná podloží (např. typ Eco Baltic) na všech nápravách**. Přibližovací linky vést ***mimo údolnice***; při zřizování přibližovacích cest nahrazovat příčný přesun zemin podélným. Dozérskou, případně rampovací radlicí upravovat přibližovací cesty a hlavní vyvážecí linky v suchém období, přitom se vyhýbat vlhkým a mokrým místům; minimalizovat zářezy a náspy a budovat je ve sklonu, při kterém nedochází k jejich sesouvání; instalovat propustky na hlavní vodoteče; u vtoku do propustků umístit zachycovače splavenin, u výtoku na odpadový svah dopadiště; odvést vodu ze zářezových svahů příkopy; odvodnit korunu cesty příčným sklonem k náspu nebo svodnicemi v úhlu 30° k cestě, na ostatních zemních lesních cestách s oboustranným sklonem 8 %.

Doporučené SLT v rámci silně rizikové kategorie:

SLT ve svahové kategorii se sklonem > 26º: 2-4M, 2-3K, 2-3S, 2-3B, 2-3D

a soubory všech lesních typů: 0T, 2T, 5T, (6T), 0G, 0R, 1T, 1G, 3-6G, (6)-8T, 7-8G, 8Q, 3L2, 5L2, 2-5V9, 4P, 4O, 5-6O, 5-6P,5-6Q, 3-4N, 3-4A 5-6N, 5-6A,7N, 7A, (8N 8A), (8M, 8K), 8N, 8F, 8A ,7K, 7M

Kategorie rezistence lesní půdy – 3: <u>Půdy rezistentní (se střední odolností)</u>
<u>vypočtený index rezistence – Iop = 0,50 - 0,75</u>

Na stanovištích se sníženou únosností (v době vysokého srážkového úhrnu) **provádět soustřeďování dříví vlečením lanovými dopravními zařízeními a lanovými systémy na bázi dvoububnového navijáku na traktoru se zvýšeným tažným lanem. Na krátkých úsecích lze <u>použít</u> koňské potahy. Alternativně použít UKT - SLKT vybavené flotačními pneumatikami**; při hodnotách *Iop* blízko horní hranice intervalu rizika lze používat též traktory s obvyklými pneumatikami, přitom z mokrých míst je nutné vyklizovat dřevo lanem navijáku. Pro zřizování traktorových přibližovacích a vyvážecích linek je nutné využívat části terénu s mírnějším sklonem, menším počtem překážek a rovněž je třeba vyhýbat se zamokřeným místům a korytům i občasných vodotečí; nežádoucí je také kolmé vyústění linek na odvozní cestu nebo skládku. Prudké úseky hlavních linek musí být opatřeny svodnicemi, podobně u vyvážecích linek ca po 30 m přecházet do bočního směru tak, **aby se předešlo rychlé erozi, vždy je třeba zajistit harvestorem dostatek klestu (min. výška 30 – 35 cm), který se musí upravit jeho rozložením do budoucích stop forwarderů a na kořenové náběhy stromů**. Při nevyhnutelném křížení přibližovací a vyvážecí linky nebo cesty s vodotečí, či úžlabinou zvolit místo, které nebude vyžadovat budování velkých zářezů a náspů; zřizování přibližovacích cest. Dozérskou radlicí upravovat přibližovací cesty a hlavní vyvážecí linky v suchém období, přitom se vyhýbat vlhkým a mokrým místům (edafické kategorie V, O, P, G); minimalizovat zářezy a náspy a budovat je ve sklonu, při kterém nedochází k jejich sesouvání; instalovat propustky na hlavní vodoteče; u vtoku do propustků umístit zachycovače splavenin, u výtoku na odpadový svah dopadiště; odvést vodu ze zářezových svahů příkopy; odvodnit korunu cesty příčným sklonem k náspu nebo svodnicemi v úhlu 30° k cestě. Na vodou ovlivněných stanovištích (edafické kategorie – O, P, Q,) upřednostňovat těžbu v zimním období.

Doporučené SLT v rámci rezistentní kategorie:

soubory všech lesních typů: 1-3P, 1-5Q, 0P, 0Q, 0O, 1-2L, 1U, (3L 5L,) 4P, 4O, 3-4V, 5-6O, 5-6P, 5-6Q, 5-6V, 7-8V, 7-(8)O, 7-(8)P, 7Q, 7-8V, 1-2N, 1-2C, (3C), 3-4N, 1-2A, 3-5C, (3-5A 3-5W)

Kategorie rezistence – 4: <u>Půdy silně rezistentní</u> (s dobrou odolností z aspektu těžby)
<u>vypočtený index rezistence – Iop = 0,75 - 0,90</u>

Soustřeďování traktory (UKT, SLKT, FW) vlečením i vyvážením nutné po předem vytýčených linkách. Dříví z vlhkých míst vyklizovat lanem navijáku, netrasovat linky vlhkými místy, ani

koryty i dočasných vodotečí. Přibližovací a vyvážecí linky a cesty upravovat dozérskou radlicí v suchém období, přitom se vyhýbat vlhkým (V, O) místům. Pracoviště připravovat v předstihu a po seznámení se s místními podmínkami dle typologické mapy.

Doporučené SLT v rámci silně rezistentní kategorie:

soubory všech lesních typů : 0N, 1-2H, 1B, 1-2D, 1-2S, 1-2W, 1-2V, 1-2O, 1-3I, 3-5W, 3-4S, 3-4B, 3-4D, 3-4H, 3U, 5-6S, 5-6B, 5-6D, 5-6H, 5-6I, 7-(8)S, 7B,

Kategorie rezistence lesní půdy – 5: Půdy velmi silně rezistentní (s vysokou odolností)
vypočtený index rezistence – Iop = 0,90 - 1,00

Soustřeďování dříví vlečením traktory (UKT – SLKT) možné bez předchozího vytýčení přibližovacích linek, ale vždy s ohledem na minimalizaci narušení půdy. Nevzniká potřeba zřizování přibližovacích a vyvážecích linek, ani cest. Toto neplatí v porostech ve stáří do 40 let, kde příprava porostů je nutná, a také u edafické kategorie (3-6) I za srážkově bohatších obdobích, kdy vzniká riziko vzniku pojezdových kolejí. Při sortimentní technologii a opakovaném výchovném zásahu (harvestory a forwardery) doplnit jednoznačně podle potřeby vyvážecími linkami s roztečí po 24 m. na střed linek.

Doporučené SLT v rámci velmi silně rezistentní kategorie:

soubory všech lesních typů : 0M, 1M, 0C, 0K, 1-3K, (1-3I), 2-4M, (1-2S 1-3C 5M,) 4-5K, 4I, 3S, (4S), 5M, (5-6I)

Příloha 8

Doporučení jak předcházet škodám a jak zajistit ekologickou čistotu prací

Forwardery a harvestory zajistit vhodnými pneumatikami a nepřetěžovat zatížení kol

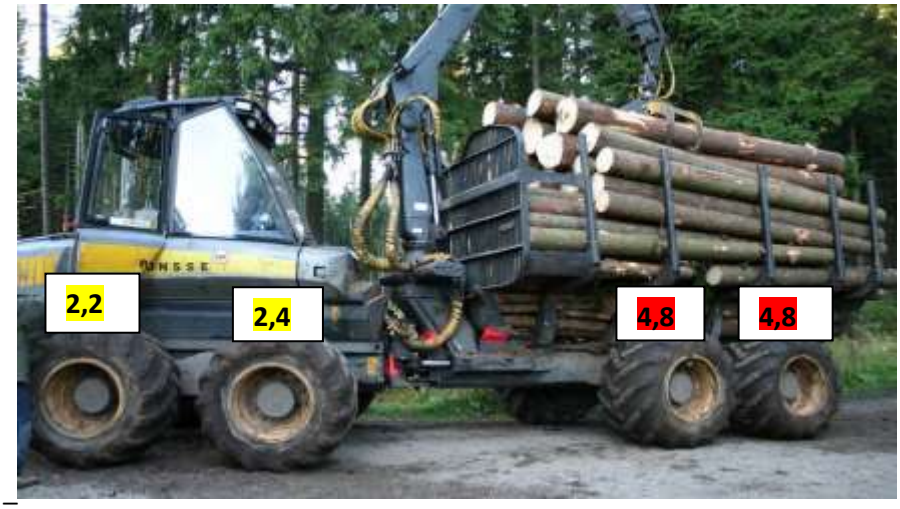
Harvestory a forwardery s nízkotlakými pneumatikami (šířka běhounu 600 a 700 mm, měrný tlak ve stopě 90 – 100 kPa), dopravní stroje na zdvojených nápravách (8x8), (6x6).

Zatížení forwarderu max. (t)	Celková doporučená tíha (t)	Podíl zatížení nákladové části forwarderu	Zatížení kola (t)
8	20	65 %	3,2
12	26	65 %	4,2
14	30	65 %	4,9
16	38	65 %	6,2

Tab. P8_1 Přípustná zatížení náprav forwarderů
(podle Bodenschutz bei den Bayerischen Staatsforsten 2010)

Podle tab. P8_1 je optimální zatížení kol do 4,0 tun, zatížení kola do 4,5 tuny je ještě přijatelné, maximální zatížení činí 5,0 tun. Vyšší zatížení je nežádoucí. Při vysoké vlhkosti půdy je vhodné vybavit na přední i zadní části forwardery vhodnými kolopásy.

Obr. P8_1 Příklad výsledku vážení zatížení kol osmikolového podvozku forwarderu Rottne F 14



Obr. P8_2 Příklad výsledku vážení forwarderu Ponsse Wissent levá strana, dovolené zatížení na nápravu 4,2t, přesahy zatížení zadní zdvojené nápravy způsobeny nákladem výřezů o výšku 2 vrstev nad klanice. Hmotnost stroje: 14,8t, nosnost: 12,0 t, pneumatiky: 710/26,5.

Metoda neinstrumentální okamžité terénní zkoušky vlhkosti půdy

Pro hodnocení průjezdnosti byl vyvinut jednoduchý test únosnosti půdy na malém vzorku zeminy, označovaný autory (Merkblatt 22, 2010) jako „Test vrhem“. Vzorek zeminy bez organické vrstvy se zformuje do tvaru a velikosti „sněhové koule“ a je hozen proti hladkému povrchu (např. rám těžebně dopravního stroje). Podle tvaru a povrchu dopadlého vzorku lze získat prakticky použitelnou informaci o stavu půdy a její nosnosti a o možnosti vjezdu na pracoviště, aniž by vzniklo výrazné porušení půdy.

Varianta	**1**	**2**	**3**
Kriterium			
Vzhled vzorku po dopadu:	Zaoblený profil, trhliny na povrchu, snaha odpadávat z povrchu	Plochý profil, uzavřený hladký povrch se zaobleným obvodem	Plochý profil, nepravidelný, „rozstříknutý“ tvar s vrcholky
Obsah vody:	malý	střední	velký
Únosnost půdy:	**velká**	**středně – nízká**	**nedostatečná**
Riziko:	malé	středně vysoké	poškození půdy je nevyhnutelné
Průjezdnost:	stálá	po průzkumu	přerušená
Očekávaný důsledek pojezdu			

Tab. P8_2 Vzorník stavů půdy při terénní zkoušce vlhkosti půdy

Rozhodnutí o vjezdu na pracoviště při situaci mezi variantou 2 a 3:

1. zvýšené okraje stopy způsobené vytlačením povrchové vrstvy ve stopě (pojezdové dráze mechanizačních prostředcích)
2. dodržení požadavku max. možné hloubky stopy do 15 cm
3. snížit tlak v pneumatikách; snížit zatížení nákladem; použít kolopásy Eco-Baltic, položit umělohmotné rohože
4. navýšit vrstvu těžebních zbytků ve stopách na vyvážecí lince nejméně nad 30 cm
5. na svazích se vyhnout skluzu a následné erozi – trakční naviják především na forwarderu.

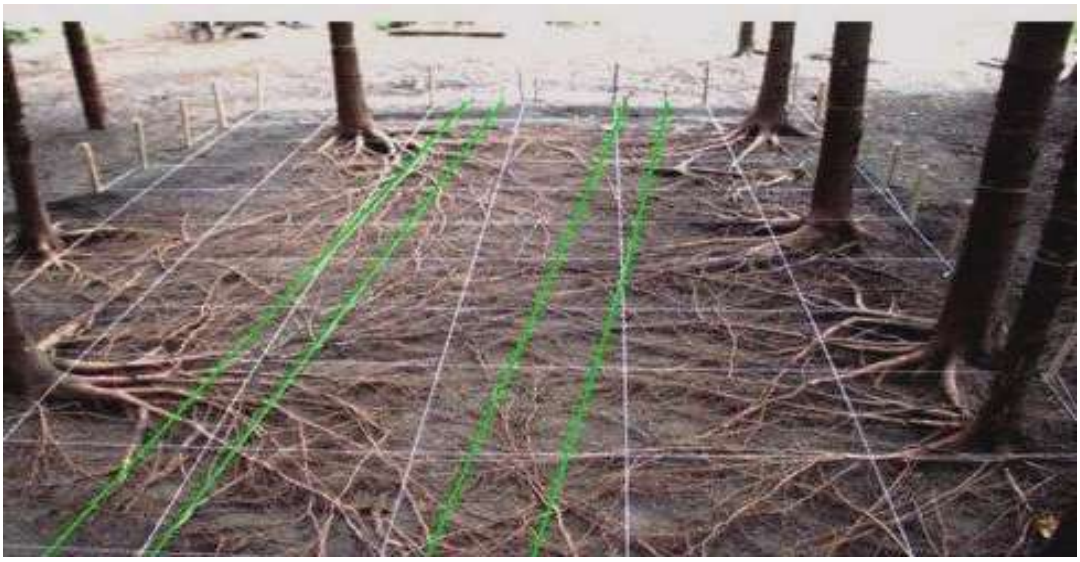
Východiska pro volbu šířky vyvážecích linek

Pro všechny těžebně dopravní stroje platí velmi důležitá skutečnost – kořenový systém smrku je povrchový a dosahuje maximálně do hloubky cca 30-40 cm podle vlhkosti půdy a je propleten po celé růstové ploše (obr. P8_3) a je tedy velmi náchylný k mechanickému poškození, např. při vytváření hlubokých kolejí pojezdem strojů. I tuto okolnost musí technolog při přípravě výroby respektovat.

Čtvercová síť (1 x 1m), znázorněná na obr. P8_3, dokazuje, že při vytváření zpřístupňovací sítě linek v lesních porostech je velmi důležité, aby okrajové stromy na lince byly vzdáleny od stop lesnických mechanizačních prostředků ca 70-80 cm (min. však 50 cm) tak, aby nedošlo k poškození povrchového kořenového systému podvozkem stroje. Takový odstup okrajových stromů může být dosažen jen u linek založených v potřebné šířce 4 m, což je viditelné na spodní části vyvážecí linky. Šířka linky 3 m na horní straně obrázku zřetelně ukazuje, že na takto úzkých linkách dochází při provozování standardních těžebně-dopravních strojů k poškození kořenových systémů.

Citlivost kořenových systémů stromů na poškození působením podvozků strojů dokazuje i obr. P8_4. Je zřejmé, že při vzdálenosti pojezdové dráhy strojů 0,5 m od okrajového stromu linky vyvážecí linie

dochází podle našich měření i podle Wästerlunda (1992) k porušení kořenového systému smrku v rozsahu 30 %, a to zejména, není-li povrch linky opatřen kobercem z klestu.



Obr. P8_3 Odfoukaný kořenový systém kompresorem prostřednictvím injektoru ve smrkovém porostu (ŠLP Křtiny, Habrůvka, porost 289 $C3_z$)

Obr. P8_4 Silné poškození kořenů způsobený pojezdem vyvážecí traktorové soupravy (UKT + přívěs) s minimálním nákladem 3 t v souboru lesních typů 4G a 4P. Vyvážecí linka nebyla pokryta kobercem z klestu.

Změny hloubky skeletových kořenů smrku pod povrchem půdy se vzdáleností od okrajových stromů vyvážecí linky byly zachyceny do grafu na obr. 4.45 v kap. 4.7. I tyto výsledky podporují požadavek dostatečného stranového odstupu okrajových stromů linky od pojezdové dráhy strojů.

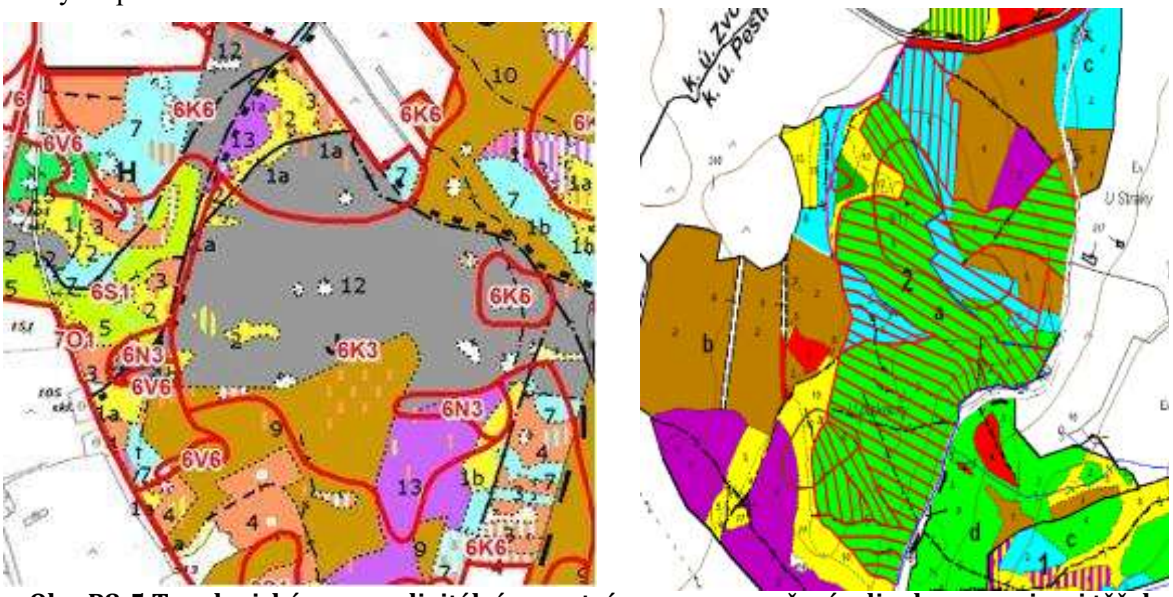
Plocha zaujatá vyvážecími linkami širokými 4 m, vzniklými již při prvých probírkových zásazích, by neměla přesáhnout 20 % plochy lesního porostu. Shodná ustanovení a předpisy byly vydány již v r. 1992 – 1993 ve spolkových zemích Německa, v Rakousku, Švýcarsku, Švédsku a Finsku. Obdobně šířky pracovních polí byly v těchto zemích stanoveny podle používané těžební technologie. Pro sortimentovou technologii je tato šířka 20m, pro kmenovou technologii 30 m.

Požadavky na přípravu výroby a zadávání výběrových řízení

Od zadavatelů prací požadovat při přípravě porostů typologické mapy s ohledem na umístění pracovišť podle únosnosti půdy v těžebních blocích tak, aby dodavatel prací měl možnost přejíždění na nová pracoviště s vyšší únosností půdy v případě změn vlhkosti při déletrvajících srážkách.

Neméně důležitým prvkem je průběžná kontrola. Měly by se přehodnotit požadavky na nabídky, kdy rozhodujícím kritériem je nejnižší cena, za kterou nemůže být dodána práce v potřebné kvalitě a s ohledem na její ekologickou čistotu. Požadavek by měl být stanoven na požadovaný stroj pro plánovaná pracoviště, jeho vybavení (požadovaný typ kolopásu, radlice, navigace podle GPS, trakční naviják s dostatečným dosahem), hmotnost stroje a nákladu, počet kol a jejich šířka i kvalita pneumatik. Pro dodavatele prací by pak měla být k dispozici úplná informace o pracovišti, včetně technologického náčrtu v digitální (obr. P8_5), nebo papírové podobě a zpracovávány přebírací a předávací protokol o pracovišti.

Taktéž podklady pro další pracoviště ideálně v pracovním bloku, v případě zvýšené vlhkosti půdy přesunout stroje na vhodnější pracoviště s přípustnou vlhkostí tak, aby nebyly zbytečně způsobeny škody na půdě.



Obr. P8_5 Typologická mapa a digitální porostní mapa s vyznačením linek pro navigaci těžebně dopravních strojů podle GPS

Obr. P8_6 Znázornění polohy vyrobených a uložených sortimentů na palubním PC harvestoru pro přenos do forwarderu. Tam, kde kroužky již nejsou – sortimenty jsou již vyvezeny na OM.

Obr. P8_7 Práce harvestoru s přípravou porostu systémem vyvážecích linek pro navigaci strojů na digitální porostní mapě. Čtverečky znázorňují pracovní postavení harvestoru, který postupuje po modře vyznačené vyvážecí lince na palubním PC v harvestoru. Spodní větší kroužek – postavení harvestoru při přestávce

Mobilní rohože z pneumatik pro zpevnění máloúnosných lokalit

Dočasné zpevnění málo únosných úseků terénu pro pojezd těžebně dopravních strojů, je popsáno v kap. 4. V současnosti jsou k dispozici i nová variantní řešení konstrukcí mobilních zpevňovacích rohoží. Rohože slouží pro přípravu pracovišť v lesním hospodářství, kde budou pracovat těžebně-dopravní stroje a odvozní automobilové soupravy na sortimenty dříví. Podstatou jednoho z nových řešení je rošt sestavený z ořezaných vyřazených pneumatik nákladních vozidel, propojených lany – tedy materiál, který je cenově velmi výhodný. Rozměry pneumatikového roštu jsou 3 x 5 m, a na takto požadovanou délku je třeba 15 ks pneumatik. Výhodou tohoto řešení je jejich poměrně snadná pokládka a převoz přímo na forwarderu, obdobně i jejich demontáž zvednutím z rozbahněného povrchu.

Obr. P8_8 Rozvoz a pokládání mobilních rohoží na vyvážecí linku

Obdobně je možné využít palivových výřezů v délce 1,20 m, které se propojí navzájem lanem a vytváří jednu zpevněnou kolej vyvážecí linky

OBSAH PRVNÍHO DÍLU

1.	**ÚVOD**	3
1.1.	Vztah produkce dříví k ostatním funkcím lesa	4
1.2.	Význam dřeva pro společnost	4
1.3.	Certifikace lesů a dříví	5
2.	**TECHNIKA V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ**	8
2.1.	Historický vývoj postavení techniky v podmínkách lesního hospodářství	8
2.2.	Systematika a názvosloví	8
2.3.	Soustava strojů	10
3.	**VÝROBNÍ PROCESY V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ**	11
3.1.	Struktura výrobního procesu	11
3.2.	Organizace práce	13
3.2.1.	Počet pracovníků	14
3.2.2.	Pracovní postupy kontinuální a diskontinuální	15
3.2.3.	Pracovní režimy	16
3.3.	Logistika	16
3.4.	Normy spotřeby času	17
4.	**PLÁNOVÁNÍ, ŘÍZENÍ A OPTIMALIZACE VÝROBNÍCH PROCESŮ**	22
4.1.	Legislativní rámec přípravy výroby	22
4.2.	Dlouhodobá příprava výroby	25
4.3.	Krátkodobá příprava výroby v těžební činnosti	28
4.3.1.	Sortimentace těžebního fondu	28
4.3.2.	Těžební projekt (technologická karta)	35
4.3.3.	Technologická příprava (porostu) pracoviště	35
4.3.4.	Technická příprava pracoviště	37
4.3.5.	Plán povýrobních úprav pracovišť	37
4.3.6.	Doba těžby	38
4.3.7.	Pohyb těžařů a strojů porostem	39
4.3.8.	Směr kácení stromů	41
4.4.	Příprava pěstební činnosti	42
4.5.	Výrobně-technické podmínky	43
4.5.1.	Terénní klasifikace a technologická typizace	45
4.6.	Technologické odlišnosti druhů těžeb	49
4.7.	Škody na lesních ekosystémech a možnosti jejich snižování	64
4.7.1.	Kategorie poškození lesního prostředí těžební činností	64
4.7.2.	Hodnocení míry poškození půdy a stromů těžební činností	65
4.7.3.	Možnosti minimalizace poškozování lesních ekosystémů těžební činností	68
4.8.	Certifikovaná metodika kontrolní činnosti škod způsobených těžební činností	80
4.9.	Vliv technických parametrů strojů na jejich technologické vlastnosti	82
4.9.	Optimalizovaný výběr technologií	88
4.9.	Racionalizace a hodnotová analýza	91
4.10.	Ekonomické řízení výroby	96
4.11.	Kontrolní činnost	99
5.	**BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI**	101
5.1.	Charakteristika lesní výroby z hlediska BOZP	102
5.2.	Osobní předpoklady pro práci	104
5.3.	Pracovní úrazy	105
5.4.	Nemoci z povolání	109
5.5.	Pracovní režimy a ochranné pomůcky	109
5.6.	Bezpečnostní barvy a značky	110
5.7.	Bezpečnostní kabiny a rámy strojů	111
5.8.	Ovladatelnost vozidel na svazích	111
5.9.	Legislativa hygieny a bezpečnosti práce	112
5.10.	Nařízení vlády č. 339/2017 Sb.	113

5.11.	Hlavní zásady bezpečnosti práce ve vybraných činnostech	121
5.12.	Praktická doporučení v BOZP	127
5.13.	Occupational safety and health in the European Union	130
6.	**ENERGETICKÉ PROSTŘEDKY V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ**	131
6.1.	Klasifikace energetických prostředků	131
6.2.	Charakteristika traktorů a tahačů v lesní výrobě	131
6.2.1.	Charakteristika vybraných konstrukčních celků traktorů a tahačů	133
6.2.2.	Univerzální kolové traktory	138
6.2.3.	Jednonápravové traktory	143
6.2.4.	Pásové traktory	143
6.2.5.	Speciální lesní kolové traktory a tahače	143
6.3.	Základní veličiny mechaniky traktoru	147
6.3.1.	Rozměrové charakteristiky a svahová stabilita traktoru	147
6.3.2.	Tahové schopnosti traktoru	152
6.3.3.	Tahové odpory břemen a adaptérů traktoru	155
6.3.4.	Základy terramechaniky	157
6.4.	Základní principy hydraulických mechanismů	161
6.4.1.	Výhody a nevýhody hydraulických mechanizmů	162
6.4.2	Teoretické základy hydromechaniky hydraulických obvodů	162
6.4.3.	Hydrostatické systémy	163
6.4.4.	Hydrodynamické systémy	168
6.4.5.	Hydraulické kapaliny	170
6.4.6.	Provoz a údržba hydraulických obvodů	171
6.4.7.	Hybridní systémy pohonu strojů	171
7.	**TECHNIKA PRO SBĚR A ZPRACOVÁNÍ LESNÍHO OSIVA**	172
7.1.	Technika sběru osiva	172
7.1.1.	Sběr osiva z korun stromů	171
7.1.2.	Sběr osiva z povrchu půdy	175
7.2.	Technika zpracování osiva	176
7.2.1.	Luštění šišek	176
7.2.2.	Hlavní fyzikálně technické parametry osiva	178
7.2.3.	Technika pro úpravu osiva	180
8.	**TECHNIKA A TECHNOLOGIE V LESNÍCH ŠKOLKÁCH**	183
8.1.	Zakládání školek	183
8.1.1.	Základní kriteria pro posouzení vhodného místa budoucí školky	183
8.1.2.	Pracovní činnosti při zakládání lesních školek	183
8.1.3.	Zakládání školek na lesních půdách	183
8.2.	Produkce prostokořenného sadebního materiálu	186
8.2.1.	Příprava půdy	186
8.2.2.	Výsevy	191
8.2.3.	Školkování semenáčků a podřezávání kořenů	195
8.2.4.	Kultivace záhonů se sazenicemi	198
8.2.5.	Stroje pro aplikaci hnojiv	200
8.2.6.	Závlahová zařízení	200
8.2.7.	Stroje pro sklizeň sazenic	204
8.2.8.	Manipulace se sadebním materiálem a jeho skladování	206
8.2.9.	Multifunkční adaptéry pro lesní školky	206
8.3.	Produkce krytokořenného sadebního materiálu	207
8.3.1.	Zařízení pro výrobu krytokořenných semenáčků	207
8.3.2.	Zařízení pro výrobu krytokořenných sazenic	208
8.4.	Technika výroby růstových substrátů	211
8.5.	Skleníky a foliové kryty	213
8.6.	Stroje a zařízení pro přepravu sazenic	213
8.7.	Pěstování a výsadba velkého sadebního materiálu	214

9.	**TECHNIKA A TECHNOLOGIE CHEMICKÉ A MECHANICKÉ OCHRANY V LESNÍCH ŠKOLKÁCH, KULTURÁCH A POROSTECH**	222
9.1.	Technické prostředky pro aplikaci pesticidních látek	222
9.1.1.	Základní údaje o aplikátorech pesticidních látek	222
9.1.2.	Postřikovače	224
9.1.3.	Elektrodynamická aplikace pesticidů	228
9.1.4.	Aplikátory pesticidů na křovinořezy	228
9.1.5.	Klasické rosiče	229
9.1.6.	Zmlžovače	229
9.1.7.	Nízkoobjemové aplikátory	229
9.1.8.	Kontaktní aplikátory	230
9.1.9.	Injektory	230
9.1.10.	Základní zásady provozní aplikace pesticidních látek	231
9.2.	Seřízení postřikovače	232
9.3.	Technické prostředky pro mechanickou ochranu lesních kultur	233
10.	**TECHNIKA A TECHNOLOGIE OBNOVY A VÝCHOVY LESA**	235
10.1.	Příprava stanovišť pro obnovu lesa	235
10.1.1.	Odstraňování těžebních zbytků	235
10.1.2.	Odstraňování nežádoucích nárostů	239
10.1.3.	Odstraňování pařezů a stromů klučením	240
10.2.	Příprava půdy pro obnovu lesa	241
10.2.1.	Příprava půdy pro přirozenou obnovu lesa	241
10.2.2.	Příprava půdy pro umělou obnovu lesa	241
10.2.3.	Technologická návaznost užití strojů při přípravě půdy	247
10.3.	Technika pro zakládání lesních kultur	249
10.3.1.	Sázecí stroje	249
10.3.2.	Secí stroje pro obnovu lesa	254
10.4.	Technika pro výchovu mladých lesních porostů	255
10.4.1.	Výchova porostů prořezávkami. Křovinořezy a jejich využití.	255
10.4.2.	Zpřístupňování a rozčleňování mladých lesních porostů	258
10.4.3.	Technika pro vyvětvování porostů	259
11.	**DRUHOVÁNÍ, MĚŘENÍ A PRODEJ DŘÍVÍ**	263
11.1.	Základní termíny	263
11.2.	Sortimenty surového dříví	266
11.3.	Zaměnitelnost sortimentů	268
11.4.	Vady dříví	268
11.5.	Měření dříví	272
11.5.1.	Předpisy pro označování, měření a klasifikaci dříví	272
11.5.2.	Ruční a elektronické měření dříví	273
11.5.3.	Automatizované měření dříví harvestory	274
11.6.	Zjišťování objemu surového dříví	275
11.7.	Evidence surového dříví	278
11.8.	Obchod dřívím	280
11.9.	Fytokaranténní opatření při vývozu a dovozu dříví	281
12.	**MECHANICKÉ DĚLENÍ DŘEVA**	282
12.1.	Základy teorie mechanického dělení dřeva	282
12.1.1.	Teorie třískového dělení dřeva	282
12.1.2.	Teorie beztřískového dělení dřeva	285
12.1.3.	Odírání	286
12.2.	Mechanické dlení dřeva při lesnické výrobě	287
12.3.	Mechanické dělení dřeva při pilařské výrobě	289
12.4.	Výroba dýh	293
13.	**TĚŽBA DŘÍVÍ**	295
13.1.	Historický vývoj	295
13.2.	Zdroje dříví ve světě a v České republice	296

13.3.	Těžební metody a jejich charakteristika	303
13.3.1.	Metoda sortimentní	304
13.3.2.	Metoda kmenová	305
13.3.3.	Metoda stromová	306
13.3.4.	Technologie se štěpkováním dříví	307
13.3.5.	Technologie, označované v zahraničí jako těžební metody	307
13.3.6.	Perspektivy těžebních metod v ČR	308
13.4.	Manuální a částečně mechanizované (motomanuální) těžební prostředky	308
13.4.1.	Ruční nářadí	308
13.4.2.	Motomanuální těžební prostředky – motorové řetězové pily	314
13.4.3.	Hlavní způsoby využití motorové řetězové pily	318
13.5.	Plně mechanizované těžební technologie	323
13.5.1.	Harvestory	324
13.5.2.	Káceče	333
13.5.3.	Pracovní postupy s plně mechanizovanými těžebními prostředky	335
13.6.	Základní požadavky realizace pracovních postupů při těžbě dříví	341
13.7.	Rámcová charakteristika skupin strojů v těžbě dříví a vliv technických parametrů strojů na jejich technologické vlastnosti	342
	PŘÍLOHY	351

Autoři: prof. Ing. Jindřich Neruda, CSc.
prof. Ing. Vladimír Simanov, CSc.
doc. Ing. Radomír Klvač, Ph.D.
doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.
Ing. et. Ing. Jiří Kadlec, Ph.D.
Ing. Tomáš Zemánek, Ph.D.
Ing. Pavel Nevrkla

Název: **Technika a technologie v lesnictví. Díl první.**

Vydala: Mendelova univerzita v Brně

Tisk: netištěno, jen elektronická verze

Rok vydání: 2022

Počet stran: 371

Vydáno bez jazykové úpravy.

Třetí, aktualizované vydání.

ISBN 978-80-7509-191-8 (díl první)
ISBN 978-80-7509-193-2 (oba díly)

© prof. Ing. Jindřich Neruda, CSc. a kol., 2022