



Lesnická
a dřevařská
fakulta

Harvestorové technologie lesní těžby

HARVESTOROVÉ TECHNOLOGIE LESNÍ TĚŽBY

prof. Ing. Jindřich Neruda, CSc.
prof. Ing. Radomír Ulrich, CSc.
doc. Ing. Václav Kupčák, CSc.
doc. Ing. Marián Slodičák, CSc.
Ing. Tomáš Zemánek, Ph.D.

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

HARVESTOROVÉ TECHNOLOGIE LESNÍ TĚŽBY

prof. Ing. Jindřich Neruda, CSc.
prof. Ing. Radomír Ulrich, CSc.
doc. Ing. Václav Kupčák, CSc.
doc. Ing. Marián Slodičák, CSc.
Ing. Tomáš Zemánek, Ph.D.

Klíčová slova

Lesní hospodářství, lesní výroba, lesní těžba, technika, technologie, harvestory, vyvážecí traktory – forwardery, vyvážecí soupravy, organizace výroby, vliv techniky na prostředí, zásady porostní výchovy smrku, ekonomika harvesterové těžby.

Autoři:

doc. Ing. Václav Kupčák, CSc.

prof. Ing. Jindřich Neruda, CSc. – vedoucí autorského kolektivu

doc. Ing. Marián Slodičák, CSc.

prof. Ing. Radomír Ulrich, CSc.

Ing. Tomáš Zemánek, Ph.D.

Tento učební text poskytuje rozšířené penzum informací z aktuální oblasti harvesterových technologií lesní těžby a je určeno pro studenty bakalářských i magisterských studijních programů ve studijním předmětu *Harvesterové technologie lesní těžby*. Může být dále vhodnou studijní oporou i pro prohloubení poznatků v dalších studijních předmětech, např. *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 o danou problematiku, a to i z řad provozní praxe. Informuje o teoretických východiscích, konstrukčních a funkčních principech komponent tzv. harvesterových uzlů (harvesterů, forwarderů a vyvážecích souprav), jejich parametrech, podmínkách a zásadách provozního nasazení, o plánování a řízení lesní výroby, bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, ekonomice jejich provozu, 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.

Druhé, aktualizované vydání

© prof. Ing. Jindřich Neruda, CSc. a kol., 2022

Lektor: prof. Ing. Valéria Messingerová, CSc., Technická univerzita vo Zvolene, Slovensko

ISBN 978-80-7375-842-4

1. ÚVOD

Po dlouhá staletí bylo pro lesní hospodářství typickým a neměnným znakem používání technologických postupů založených výhradně na ruční či animální práci. Manuální pracovní postupy byly především v těžební činnosti spojeny s velkou namáhavostí, malou produktivitou práce a značným bezpečnostním rizikem pro pracovníky. Teprve dvacáté století vneslo do lesního hospodářství nové výrobní prostředky a postupy, které zásadním způsobem změnilly dosavadní zažité způsoby. V menší míře tento obrat nastal sice již v první polovině dvacátého století, kdy se vedle tehdy v zásadě jediného mechanizačního prostředku, v širší míře používaného pro dopravu dříví, kterým byla lesní železnice, začaly objevovat i první traktory či nákladní automobily, avšak vlastní těžební činnost byla v té době stále prováděna ručním nářadím.

K zásadnímu obratu ve stupni mechanizace lesního hospodářství došlo až po druhé světové válce, kdy nastal doslova bouřlivý technický a technologický rozvoj, při kterém byly do lesní výroby zaváděny dnes již zcela běžné prostředky, jakými jsou přenosná motorová řetězová pila, traktor s lanovým navijákem, lesní lanovka, odvozní automobilní souprava s hydraulickým jeřábem, aj. Tato první významná vlna procesu mechanizace lesního hospodářství, jejímž výsledkem bylo uplatňování široké škály pracovních postupů v lesní těžbě, při kterých bylo výchozí operací motomanuální kácení stromů motorovou pilou, s sebou přinesla mj. výrazné zvýšení produktivity práce a snížení její namáhavosti, avšak bezpečnostní a hygienická pracovní rizika se příliš nesnížila a v některých případech se dokonce objevila rizika nová (typickým příkladem je vliv vibrací, hluku a zplodin při práci s motorovou pilou). Nelze jednoznačně vymezit konec této první vlny mechanizace lesní těžby, v zásadě se v hlavních rysech zformovala do poloviny 60. let, a vlastně na patřičně vyšší technické i organizační úrovni pokračuje až dodnes.

Za druhou, a vpravdě doslova revoluční změnu v těžebních technologiích, je možno považovat nástup používání víceoperačních těžebně-dopravních strojů. Víceoperačních strojů je používána řada druhů, ovšem především tzv. harvestorové řetězce či uzly přinesly do lesního hospodářství dosud nebývalou dynamiku a změnilly organizační systém těžebních technologií i toku dříví z lesa ke spotřebiteli. Výkonnost, kterou tyto strojní technologie běžně dosahují, je ve srovnání s motomanuálními postupy extrémní – vždyť pokácení a zpracování jednoho stromu o tloušťce ca 40 cm harvestorem trvá řádově minutu, u tlustších stromů se tento pracovní interval prodlužuje přibližně na dobu dvou až tří minut.

V evropských zemích jsou technologie lesní těžby založené na využití víceoperačních těžebně-dopravních strojů, a v jejich rámci zvláště pak harvestorů a vyvážecích traktorů (forwarderů), používány již několik desetiletí. V ČR můžeme za první etapu používání víceoperačních těžebně-dopravních strojů označit období 70. až 80. let dvacátého století, kdy se u nás tyto stroje používaly zejména v souvislosti s řešením kalamitních těžeb v imisních oblastech. Za druhé období používání víceoperačních těžebně-dopravních strojů u nás, které přetrvává až do současnosti, a je ve znamení využití takřka výhradně harvestorů a vyvážecích traktorů či souprav, pak můžeme označit časový úsek počínající v polovině 90. let 20. století.

Současná doba se v lesní těžbě vyznačuje paralelní existencí obou technologických kategorií: standardních motomanuálních, založených na použití motorové řetězové pily, a technologií využívajících těžebně-dopravní stroje. Je třeba zdůraznit, že v podmínkách lesního hospodářství ČR obě tyto technologické kategorie mají, a minimálně v blízké budoucnosti i budou mít, své plnohodnotné opodstatnění. Je proto významným úkolem řídicích pracovníků vybrat pro dané podmínky vhodnou alternativu.

Použití technologií s těžebně-dopravními stroji (tzv. technologií vysoce mechanizovaných), zejména však použití tzv. harvestorových technologií lesní těžby (označovaných též jako těžební technologie plně mechanizované), s sebou přináší nejen dříve nepředstavitelný nárůst produktivity práce na 1 pracovníka, nýbrž i jiné (vesměs vyšší) nároky na řídicí činnost, organizaci práce, technologickou přípravu pracovišť, kontrahování zakázek a dodávek dříví i jeho dopravu. Nová technika klade svou složitostí značné nároky i na samotného pracovníka na těchto strojích – operátora, který musí dokonale ovládat nejen stroj samotný, nýbrž být zevrubně seznámen se všemi náležitostmi jeho nasazení v různorodých podmínkách lesního hospodářství. Nová technika strojové těžby dále přináší ve srovnání s motomanuálními postupy nebývalý pracovní komfort a vysokou úroveň bezpečnosti i

hygieny práce a při správném provozování je i výrazně šetrnější k lesnímu prostředí než klasické postupy.

Z uvedené stručné rámcové charakteristiky harvestorových technologií lesní těžby je zřejmé, jaké přínosy lze od nich očekávat. Proto, abychom jich skutečně dosáhli, musíme respektovat a zabezpečit řadu zásadních požadavků a podmínek. Vedle již uvedených faktorů, jako je vysoká úroveň organizace práce, vysoká kvalita řídicího personálu i profesionalita a pracovní disciplína operátorů těchto strojů, je to také např. jejich nasazování jen do vhodných těžebně-výrobních podmínek, zabezpečení dostatečného množství těžebního dříví, aj. Porušení těchto zásad může způsobit výraznější negativní následky, než by tomu bylo u klasických motomanuálních technologií, a to ať již rázu ekonomického (vyplývajícího z velmi vysoké pořizovací ceny těchto strojů), tak i rázu ekologického, neboť při nesprávném nasazení harvestorových technologií může dojít k výrazným škodám na půdě, kořenech či nadzemních částech stromů a nejsou přitom vyloučeny i škody na strojích samých. Považujeme tudíž za nutné, aby všichni účastníci provozování harvestorových technologií lesní těžby disponovali náležitými znalostmi, k čemuž mohou přispět i informace prezentované v tomto skriptu. Skriptum je primárně určeno jako studijní materiál pro stejnojmenný volitelný předmět, vyučovaný na LDF MENDELU. Jako takové proto navazuje a rozvíjí informace poskytované studentům v základních (povinných) předmětech, určených pro studium v lesnických bakalářských a magisterských studijních programech, pro něž je vydáváno obsažné skriptum *Technika a technologie v lesnictví* (MENDELU, 2013). Může však být velmi dobře využito i těmi čtenáři, kteří se s uvedeným základním skriptem nesetkali, neboť danou tematiku zpracovává dostatečně zevrubně.

2. ZÁKLADNÍ ROZLIŠENÍ TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍCH STROJŮ A JEJICH HISTORICKÝ VÝVOJ V ČR

Těžebně-dopravní proces může být v lesním hospodářství zabezpečován prostřednictvím řady mechanizačních prostředků. V tzv. standardních (konvenčních) těžebních technologiích je typickým motomanuálním strojem přenosná motorová pila, kterou je strom nejen pokácen, ale i odvětven a rozřezán na výřezy. Pro primární mechanizovaný transport dříví v těchto technologiích slouží dnes již běžné mobilní stroje (traktory a tahače s navijáky), lesní lanovky, atd. Pro standardní technologie je jedním z charakteristických znaků poměrně vysoký podíl živé práce.

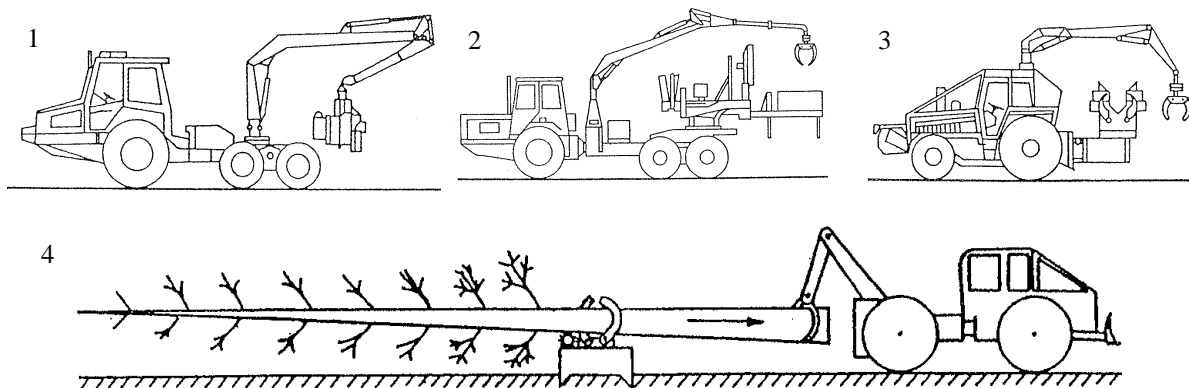
V rámci tzv. vysoce mechanizovaných technologií lesní těžby lze vyčlenit širokou skupinu mechanizačních prostředků, které označujeme jako těžebně-dopravní stroje, pro které je typickou vlastností výrazně snížený podíl manuální práce, podstatně vyšší produktivita práce, vyšší bezpečnost a hygiena práce, apod. Těžebně-dopravní stroje mohou vykonávat řadu operací i úkonů a mohou být do těžebního procesu zařazeny v různém pořadí (např. již na jeho počátku při kácení a opracování stromů, nebo až při transportu či opracování stromů na přibližovací lince, na odvozním místě, atd.). Postavení těchto strojů ve výrobním řetězci může být tedy různé a volitelné podle okamžitých potřeb a zároveň s nimi souvisejících poskytovaných možností.

Těžebně-dopravní stroje rozdělujeme podle řady kritérií:

- **počet vykonávaných operací**
 - **jednooperační stroje**
 - káceče – usměrňovače
 - odvětvovače
 - přibližovací prostředky
 - štěpkovače (bez vyvážení štěpek)
 - ostatní jednooperační stroje
 - **víceoperační stroje**
 - procesory - odvětvuji, zkracují, třídí, měří, ukládají, atd., avšak **nekácejí**
 - harvestory - **kácejí**, odvětvuji, zkracují, (třídí), přemísťují (vyklizují), měří, kubírují, registrují a ukládají podle sortimentů podél vyvážecích linek
 - ostatní víceoperační stroje - vykonávají více než 1 operaci, ale nejsou procesorem ani harvestorem, např.:
 - káceč – hromádkovač
 - káceč – vytahovač
 - káceč – přibližovač
 - káceč – odvětvovač – přibližovač
 - štěpkovač s vyvážecím zásobníkem
 - převozná manipulační souprava
 - sortimentní vyvážecí traktor či souprava s drapákovou pilou
 - sortimentní vyvážecí traktor s harvestorovou jednotkou – harwarder neboli forwester – vykonává stejné činnosti jako harvestor, navíc dříví sám vyváží
- **druh vykonávaných operací**
 - stroje pro kácení
 - stroje pro odvětvování
 - stroje pro transport dříví terénem
 - zpracování těžebního odpadu
 - stroje pro štěpkování (drcení, dezintegraci dřeva)
 - stroje víceoperační.

Jednotlivé skupiny těžebně-dopravních strojů mají ve střední Evropě a zejména v ČR různý význam. Fakticky žádný význam u nás v současnosti nemají káceče, poměrně málo jsou používány procesory, které naproti tomu v SRN jsou velmi rozšířené. Těžebně-dopravní stroje v dnešním pojetí jsou u nás představovány zejména víceoperačními těžebními stroji – harvestory a víceoperačními soustředovacími stroji – vyvážecími traktory (forwardery) a vyvážecími soupravami. **Harvestor** je samopojízdný víceoperační stroj, který v jednom cyklu strom kácí, odvětjuje, rozřezává, měří,

registruje, (příp. označuje), přemísťuje a ukládá výřezy. Jednotlivé výřezy vyrobené harvestorem zůstávají v porostu v neurovnaných či urovnaných hraních, zpravidla jsou však ukládány do hromádek k okrajům vyvážecích linek. Celkový pracovní cyklus harvestoru je plně mechanizovaný a částečně automatizovaný. Harvestory a vyvážecí traktory, případně i vyvážecí soupravy, jsou zpravidla nasazovány v proudovém systému výroby a tvoří tzv. harvestorové uzly.



Obr. 2.1. Příklady řešení procesorů (1-jeřábový procesor, 2-kompaktní nástavbový procesor, 3-procesor/nesený adaptér k traktoru, 4-protahovací odvětvovací procesor v soupravě s tahačem)

3-

Používání těžebně-dopravních strojů v provozu českého lesního hospodářství se uvádí od poloviny 70. let, kdy se začaly objevovat v západních a severních Čechách a částečně i na severní Moravě (Lasák – Němec, 1996). V první fázi se používaly jednooperační stroje. K prvním patřily procesory Logma (ca 5 kusů). Těžební technologie byla přitom založena na metodě kmenové. Kácení bylo z větší části motomanuální, procesor Logma přímo na pasece odvětvoval stromy v celých délkách a odvětvované kmeny ukládal na skládky vhodné pro následný odvoz nebo pro přibližování na vhodné odvozní místo. Na procesor navazoval speciální lesní kolový tahač LKT 75 nebo větší typ Kockums 822 se svěrným oplénem.



Obr. 2.1. Procesor (odvětvovací stroj) Logma

Na podzim roku 1977 nastupuje úplně nová technologie. Šlo o první harvestory, zastoupené dvěma základními typy Volvo BM a ÖSA. Na vyvážecí traktor Volvo BM 971, původně určený k vyvážení dříví, byla namontována nástavba a vznikl harvestor Volvo 900, provádějící kácení, odvětvování a manipulaci přímo na pasece. V této technologii pracoval vyvážecí traktor Volvo BM 971. V jiné technologii se používaly traktorové tahače se svěrným oplénem, které navazovaly na motomanuální kácení a odvětvování, ale byly používány i v kombinaci s kácacími stroji.

O rok později v roce 1978 k nám na trh vstoupila firma ÖSA s harvestorem 705/270. Tento stroj prováděl stejné úkony jako Volvo BM 900, ale byl konstrukčně jinak řešen. Základem konstrukce již nebyl podvozek vyvážecího traktoru, ale speciální podvozek. Zadní bogie náprava byla umístěna na klikových portálech, které se ovládaly hydraulickými válci, takže tento harvestor mohl pracovat i ve větších příčných a podélných sklonech. V nasazované harvestorové technologii se používal i vyvážecí traktor ÖSA 260. Vývoj počtu harvestorů a vyvážecích traktorů do roku 1980 ukazuje tabulka 1.

Prostředek / rok	1976	1977	1978	1979	1980
harvestory	-	1	3	10	13
vyvážecí traktory	49	60	65	73	68

Tab. 2.1. Průměrný stav harvestorů a vyvážecích traktorů (Douda, 1986)



Obr. 2.2. Pásové rypadlo se stříhací kácejí hlavicí POCLAIN 90 CK

Další generace strojů řešila preferenci dodávek sortimentů, potřebu úklidu těžebního odpadu a začala se používat v těžební metodě stromové. Na speciální traktor se svěrným oplenem ÖSA 260 byl namontován hydraulický jeřáb s kácejí hlavicí. Tento stroj strom pouze pokácel, vložil do svěrného oplenu a přiblížil jej na manipulační místo, kde jeřábový procesor Steyer KP 40 (nebo zřídka souprava tahače LKT D a tuzemského protahovacího odvětvovacího stroje OVP 1 či APOS) provedl odvětvení, případně následovalo i druhození dříví pomocí motorové pily. *Pozn.: Zajímavostí je, že stroj Steyer KP 40 je zejména v Rakousku stále nabízen a poměrně hojně je úspěšně používán dodnes.*



Obr. 2.3. Souprava protahovacího odvětvovacího stroje APOS s lesním kolovým tahačem

Další samostatná linie od počátku 80. let zahrnovala jednoúčelové kácací stroje - ÖSA 670 a Kockums 880. Ty zabezpečovaly pouze kácení stromů s tím, že stromy nepokládaly v porostu, ale z porostu je vyklízovaly nesením a ukládaly k přibližovací linii, po níž při práci pojížděly. V této době byly zajímavé tím, že vedle své značné produktivity práce byly především schopny práce v porostech s přirozeným zmlazením. Při rozestupu přibližovacích linek 15 m pokácely a vynesly těžené stromy k přibližovací lince bez poškození nárostu.



Obr. 2.4. Kácací stroj ÖSA 670



Obr. 2.5. Procesor KP 40

V roce 1987 se ve světě objevily jednoúchopové harvestory druhé generace, vyvinuté pro provádění výchovných zásahů v předmýtních porostech. První typy této kategorie se v ČR objevily na konci roku 1988 u ZčSL LZ Tachov. Byly to stroje ÖSA 250 EVA a FMG 0470. Technologie byla doplněna novými vyvážecími traktory Norcar 490. Po celou dobu se tyto stroje využívaly pouze v probírkách. V roce 1990 byly výjimečně nasazeny ke zpracování větrné kalamity na LZ Přimda. Při zpracování kalamity se využíval i starší vyvážecí traktor Volvo BM 492.

Tato druhá generace těžebně-dopravních strojů se vyznačuje tím, že pracovní adaptér je namontován na konci hydraulického jeřábu. Harvestorová hlavice je schopna při jednom uchopení strom pokácet, odvětvit, rozřezat na požadovanou délku a uložit na krátkou vzdálenost podél vyvážecí linky. Koncepce jejich podvozků 6x6 je dnes používána v mýtních těžbách. Moderní trend u této nové generace strojů, patrný především u vyvážecích traktorů, tkví v tom, že téměř všichni výrobci nabízejí typy vyvážecích traktorů v osmikolové verzi, která hmotnost stroje i nákladu optimálně rozkládá, takže tlak na půdu je podstatně menší při zachování dobré manévrovatelnosti stroje.

V 90. letech se výrazněji projevuje aktuální potřeba výchovy nejmladších porostů do 40 let, proto se dovezlo několik kusů harvestorů Timberjack 570 (LZ Horní Blatná, Planá, Vyšší Brod, Žatec). Doplněny byly VT Brunet 678 nebo Timberjack 810. Objevily se i stroje od firmy Gremo u LAS Vyšší Brod.

Výroba malých harvestorů Timberjack 570 a Valmet 701 však byla od roku 1995 zastavena. Důvodem byl nejen nedostatečný odbyt těchto strojů, technologicky vhodných hlavně pro střední Evropu, ale i skutečnost, že rozčleňování porostů (zejména šířka linek) musí být od prvního výchovného zásahu stejné pro všechny kategorie harvestorů, uvažujeme-li s harvestorovými technologiemi i v pozdějších stádiích věku porostu. Výrobci těchto strojů proto doporučují středně velké harvestory (např. Timberjack 1070 nebo Valmet 901).

V průběhu 80. a 90. let (pomístně však i v současnosti) se u nás používaly i finské harvestory Makeri 33T a 34T, které byly využívány v převážné míře u Vojenských lesů a statků (Plumlov, Sušice, aj.), LZ Rájec a LZ Stříbro. Tyto stroje jsou charakteristické kácací hlavicí připevněnou ke smykem řízenému kolovému podvozku na krátkém výložníku. Jedná se o tzv. kompaktní harvestory. Jejich operátor byl nucen dojet ke kácenímu stromu, který ustříhnuv, vyvezl na stojato k vyvážecí lince, kde

strom odvětvil a případně nakrátil na sortimenty. Protože tyto stroje byly vybaveny s ohledem na pojezdové ústrojí kovovými pásy, docházelo ve smrkových porostech k vyššímu poškozování kořenových náběhů. V borových porostech bylo poškození nižší. Soustředování svazkovaných kmenů prováděly speciální nebo univerzální kolové taháče a traktory. Harvestory Makeri se v určité etapě osvědčily (např. v Německu se projeví jako vhodnější pro borové porosty), nyní je však již tato technologie překonána.



Obr. 2.6. Kompaktní harvester Makeri

V některých případech se určité více mechanizované těžební technologie v ČR obešly bez harvesterů, a využívaly pouze vyvážecí traktory. Například LZ Zbiroh používal stroj Norcar 490, kterým byl nahrazen vyvážecí traktor Volvo BM 462, v Krkonoších a na Šumavě se prosadil traktor Terra 20-40. Tyto technologie byly založené na sortimentní těžební metodě s motomanuálním kácením. Tento poměrně pracný, ale k prostředí šetrný postup má význam v mladých a netvárných porostech.

Harvestorové technologie lesní těžby tak, jak je dnes chápeme a jak jsou popisovány v dalším textu, mají původ ve skandinávských zemích, především ve Švédsku a Finsku, kde dlouhodobě hrají dominantní roli v lesní těžbě. K masovému rozšíření harvesterových technologií došlo v rámci střední Evropy v období let 1990 až 1998. Harvestory a vyvážecí traktory byly dováženy např. do Spolkové republiky Německo, do Švýcarska a Rakouska, kde se po počáteční skepsi lesnické veřejnosti dokázaly prosadit především svojí vysokou produktivitou a šetrností práce při probírkách, a to zejména u soukromých majitelů lesa. V České republice lze datovat nástup těchto strojů do poloviny 90. let minulého století. I v tuzemských podmínkách lze pozorovat rychlý rozvoj jejich uplatnění, a to zejména po roce 2000. Důkazem tohoto konstatování je, že např. v roce 2002 činil počet harvesterů v naší republice ca 60 kusů a jejich podíl na celkovém objemu těžby činil 7 %. V roce 2005 se v ČR používalo již ca 140 harvesterů a objem jimi zajišťované těžby dříví činil již přibližně 11 % celkového objemu těžeb v ČR. V roce 2020 bylo v České republice v provozu 901 kolových harvesterů a 37 harvesterů na pásových podvozcích. Počet velkých vyvážecích traktorů s užitečnou nosností 9 a více tun činil 947 ks a počet malých vyvážecích traktorů činil 435 ks. Objem těžeb realizovaných harvesterovými technologiemi v roce 2020 činil 43 % celkového objemu těžeb v ČR.

3. SORTIMENTNÍ TĚŽEBNÍ METODA JAKO VÝCHODISKO PRO NASAZENÍ TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍCH STROJŮ

U sortimentní těžební metody prováděné motomanuálním způsobem (tj. pomocí přenosné motorové pily a konvenčních soustředovacích prostředků) nemá dřevorubec jinou možnost, než pokácené stromy odvětvit a jejich kmeny zkracovat na sortimenty přímo u pařezu. Sortimenty jsou pak následně přemísťovány (vyklizováním, přibližováním či vyvážením) na skládku, zpravidla umístěnou na odvozním místě při odvozní cestě. Princip rozměrování kmenů a jejich následné rozřezávání na sortimenty spočívá v zajištění optimálního využití jejich různých částí tak, aby došlo k jejich maximálnímu zhodnocení a zpeněžení. Příklad rozlišení několika sortimentů na jednom kmeni je zřejmý z obr. 3.1.



Obr. 3.1. Jakostní třídění dříví – příklad rozčlenění částí kmene do sortimentů

Metoda sortimentní těžby dříví vykonávané harvestorem se oproti sortimentní metodě motomanuální vyznačuje zásadním specifíkem: pokácený strom není zpracován bezprostředně u pařezu, od kterého byl pokácením oddělen, nýbrž je harvestorem přemístěn na zvolené místo (zpravidla na okraj vyvážecí linky) a na tomto místě je strom odvětvěn, změřen, rozřezán na sortimenty, které jsou odděleně uloženy na hromádky. Vzdálenost, na kterou harvestor pokácený strom přemísťuje, může být velmi různorodá – od zpravidla několika metrů až po výjimečně řádově dvacet metrů (tedy na dvojnásobek dosahu hydraulického jeřábu daného typu harvestoru). Harvestor tedy při své práci nejenže vyrábí sortimenty, nýbrž zajišťuje i jejich vyklizení od pařezu na místo vývozní, a to v jedné souvislé technologické fázi. Vzhledem k těmto specifickým vlastnostem je tedy zřejmé, že těžební metodu, uskutečňovanou pomocí harvestorů, je spíše vhodné vyčlenit jako samostatnou a označit ji jako **těžební metodu harvestorovou**, případně těžební metodu sortimentní harvestorovou.



Obr. 3.2. Těžba dříví harvestorovým uzlem

Při zpracování stromu harvestor zpravidla vyrábí více než jen jeden sortiment, a to dle požadavku odběratele. Základními kritérii pro zařazování výřezů do sortimentních tříd jsou jejich rozměry (dřevina, tloušťka na čele či čepu, délka a technologická jakost, tj. výskyt vad dříví). Při výrobě sortimentů harvestorem je třeba maximálně využívat možnosti automatické optimalizace, kterou umožňuje jeho měřicí a řídicí systém, zpravidla nastavený tak, aby vyrobené sortimenty dříví poskytovaly nejlepší zpeněžení, tj. byly zdrojem co nejvyšších výnosů. Harvestorová sortimentní těžební metoda umožňuje environmentálně šetrné a rychlé zpracování dříví, které je orientováno na zákazníka, který je rozhodujícím činitelem pro stanovení, jaké sortimenty, v jakém množství a v jakém termínu budou vyráběny.

U sortimentní těžby pomocí harvestorů jsou, resp. mohou být, její nežádoucí environmentální dopady účinně minimalizovány díky technickým parametrům moderních strojů, díky vhodné organizaci práce i nasazením kvalifikované a svědomité obsluhy strojů. Kladením větví a vrcholových částí korun stromů harvestorem na vyvážecí linky je snižováno poškozování kořenů stromů, protože půda a kořeny jsou tak lépe chráněny před vlivem pojezdu harvestoru a zejména pak vyvážecího traktoru. Živiny zůstávají na místě, protože větve a vrcholky stromů jsou ponechávány v lese. Moderní konstrukční principy strojů při spojení s kvalifikovanou a svědomitou obsluhou strojů a odpovědnou přípravou výroby jsou předpokladem pro provádění těžební činnosti způsobem, který minimalizuje škody na stojících stromech, jejich kořenových systémech i přírodním prostředí jako celku.

V harvestorové těžební technologii jsou v jejím základním a nejužívanějším uspořádání zapotřebí pouze dva stroje: harvestor a vyvážecí traktor, tvořící tzv. harvestorový uzel, a to pro výkon celé řady operací (kácení, odvětvování, krácení, ukládání dříví do hrání a vyvážení dříví na skládku na odvozním místě, aj.) – viz obr. 3.2. Variantně s ohledem na aktuální přírodně-výrobní podmínky lze ovšem harvestory kombinovat i s jinými prostředky, jako jsou např. vyvážecí soupravy, lanová dopravní zařízení, žlabové smyky, aj.

Nasazení harvestorů do jiných těžebních metod, tj. do kmenové nebo dokonce stromové, nelze doporučit, a to ze dvou zásadních důvodů. Nejsou přitom zdaleka využity možnosti, které harvestorové technologie skýtají (opracování a měření stromů, nízká spotřeba času na zpracování 1 m³ dříví, zvýšení bezpečnosti práce, aj.) a zároveň vznikají i technické problémy, např. při odvětvování stromů v celých délkách dochází k jejich lámání a k přetěžování pracovního ústrojí harvestoru.

Výřezy vyrobené harvestorem a vyvážené vyvážecím traktorem zůstávají čisté, což je významnou výhodou jak pro odběratele, tak i pro dodavatele dříví, neboť odběratel toto zpravidla i finančně dodavateli stimuluje. Navíc dodavatel dříví nemá problémy se sankcemi, které mohou nastat při přepravě znečištěného dříví po veřejných komunikacích. Harvestorová těžební metoda dále umožňuje operativně zohledňovat speciální požadavky odběratelů, např. vyrobít požadované rozložení určitých dimenzí pilařských výřezů ve stanoveném termínu. Dříví na skládkách je snadno identifikovatelné, neboť operátor vyvážecího traktoru třídí a ukládá jednotlivé sortimenty do samostatných hrání na skládky na odvozním místě. Dalším přínosem harvestorových těžebních technologií je minimalizace dopravních nákladů na odvoz dříví, protože dříví je přímo z porostu dopravováno ke konečnému spotřebiteli, tj. z logistického řetězce dodávek dříví jsou vyřazeny manipulačně-expediční sklady dříví.

Důležitým předpokladem pro úspěšné provozování harvestorových uzlů je správný předchozí odhad poptávky dříví. Praktická realizace programu těžebních prací je pak logicky modifikována podle potřeby dříví. Kolísání poptávky způsobuje problémy pro provozovatele těžebně-dopravních strojů, neboť ovlivňuje kontinuitu a intenzitu práce. Pro provozovatele strojů samozřejmě vzrůstá jak produktivita, tak i roční využití strojů, je-li těžba dříví rovnoměrně rozložena během roku. Proto významným předpokladem úspěšného využívání harvestorových technologií těžby je kvalitní příprava výroby, a to jak na úrovni dlouhodobé (koncepční), tak na úrovni krátkodobé (operativní). Součástí přípravy výroby musí být mj. správné rozčlenění pracoviště vyvážecími linkami, po kterých se harvestor i forwarder budou pohybovat. Podrobněji je o této problematice pojednáno v dalších kapitolách.

4. KONSTRUKČNÍ CHARAKTERISTIKA SOUDOBÝCH TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍCH STROJŮ

4.1. Harvestory

Základním rysem harvestoru je, že je samopojíždícím víceoperačním strojem, který strom kácí, odvětvuje, rozřezává, vyrobené výřezy měří, registruje, (příp. barevnými značkami označuje), přemísťuje a ukládá v jednom cyklu. Jednotlivé výřezy vyrobené harvestorem zůstávají v porostu v neurovnaných či urovnaných hraních, zpravidla jsou však ukládány do hromádek (svazků) k okrajům vyvážecích linek. Celkový výrobní cyklus je plně mechanizovaný a částečně automatizovaný. Harvestory a vyvážecí traktory, případně i vyvážecí soupravy jsou zpravidla nasazovány v proudovém systému výroby a tvoří tzv. harvestorové uzly.

Základní rozdělení harvestorů vychází z koncepce jejich podvozku, a podle toho je členíme na **kolové, pásové a kráčivé**. Kolové harvestory mohou zvládnout podle stavu povrchu půdy terény po spádnici (podélný sklon) do sklonu 25-50 %, nad 50 % je nutné opatřit kolové podvozky kolopásky (podmínkou ovšem je, aby podvozky byly opatřeny zdvojenou – bogie nápravou), případně harvestor doplnit trakčním navijákem nebo použít stroje s pásovou či kráčivou variantou podvozku. Při pojezdě napříč svahem (příčný sklon) činí stabilita kolového harvestoru max. 15 % u čtyřkolových typů a 20 % u šestikolového či osmikolového typu podvozku. Kolové harvestory vybavené trakčním navijákem mohou s jeho pomocí zvládnout i obousměrný pojezd na svazích kolmo na vrstevnice i ve sklonech blízkých se 75 %.



Obr. 4.1. Kolový harvestor v mýtní těžbě



Obr. 4.2. Pásový harvestor v mýtní těžbě

Podle **technologie zpracování stromu** rozlišujeme **harvestory jednoúchopové** – celý strom je zpracován těžební hlavice nesenou na konci hydraulického jeřábu v jednom cyklu, jedná se o standardní konstrukci soudobých harvestorů. Druhým typem konstrukce jsou **dvouúchopové harvestory** – na hydraulickém jeřábu je nesená kácecí hlavice, která slouží pouze k pokácení stromu. Ten je následně vkládán do výkyvné procesorové hlavice, umístěné na zadní části podvozku harvestoru. Tato procesorová hlavice plní všechny další operace, tzn. odvětvování, druhotování a kubírování vloženého stromu. Tato konstrukce byla využívána u prvních generací harvestorů, v dnešní době se v evropských podmínkách již nepoužívá.



Obr. 4.3. Harvestor na kráčivém podvozku



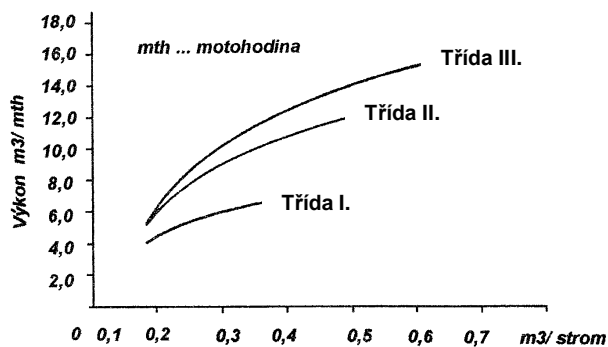
Obr. 4.4. Dvouúchopový harvestor

Podle výkonu motoru a základních technických parametrů lze kolové harvestory rozdělit na malé, střední a velké (tab. 4.1.). Obdobně lze rozlišit i ostatní druhy harvestorů. Pomocným znakem pro rozlišení velikostí kolových harvestorů byl donedávna i počet kol (malé harvestory čtyři kola, střední a větší harvestory šest, resp. osm kol). Toto rozlišení však již není příliš spolehlivé, neboť výrobci dodávají i malé harvestory s větším počtem kol než čtyři. Ještě je třeba zdůraznit, že uvedenou kategorizaci harvestorů nelze brát dogmaticky jako závaznou, je to jen rámcové rozlišení harvestorů, a jednotlivé výrobky mohou z této kategorizace poněkud vybočovat (jejich některé parametry mohou mít hodnoty nižší či dokonce vyšší kategorie, než do které je stroj jako celek zařazován).

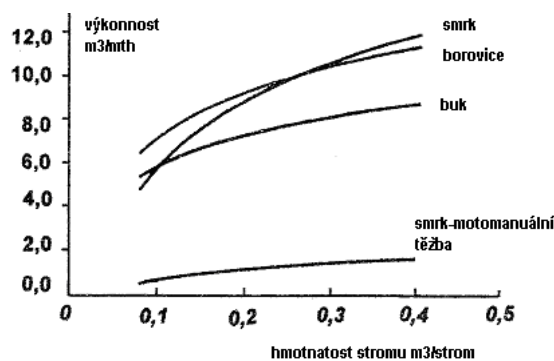
Orientační technická data kolových harvestorů	Jednotka	I. Malý harvestor	II. Střední harvestor	III. Velký harvestor
Optimální hmotnost zpracovávaných stromů	m ³	0,10-0,50	0,40-0,80	0,70-2,00
Průměrná hodinová výkonnost	m ³ /h	4	10	16
Výkon motoru	kW	40-110	110-170	170-250
Šířka	cm	180-230	230-280	280-320
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. 4.1. Orientační členění kolových harvestorů do výkonových tříd (rozdělení a jednotlivé parametry mají pouze orientační charakter, zejména výkonnost závisí na místních podmínkách)

V grafech na obrázcích 4.5. a 4.6. jsou uvedeny hodnoty hodinové výkonnosti jednotlivých kategorií harvestorů v závislosti na hmotnosti stromů (obr. 4.5.) a na dřevině (obr. 4.6.). V obrázku 4.6. jsou navíc srovnány výkonnosti těžby harvestorem a těžby motomanuální. Z obrázků je zřejmé, že pro optimální nasazení harvestorů je nutno vždy předem zjistit podmínky, ve kterých má harvestor pracovat, a podle nich pak zvolit vhodnou kategorii harvestoru (podrobněji o tom bude pojednáno v dalších kapitolách).

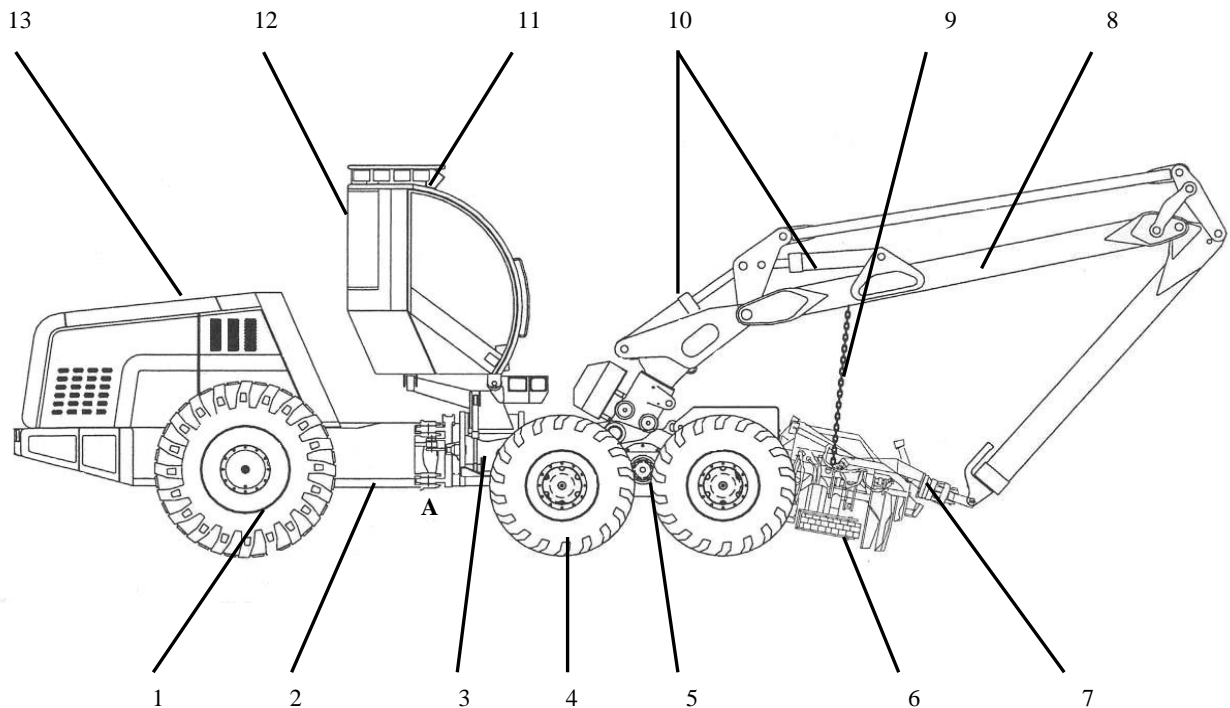


Obr. 4.5. Orientační hodnoty výkonnosti harvestorů dle výkonových tříd



Obr. 4.6. Srovnání hodinové výkonnosti středního harvestoru a motomanuální těžby (Dummel, 1999)

Hlavní části harvestoru jsou patrné z obrázku 4.7., na kterém je znázorněn šestikolový harvestor se zlomovacím podvozkem. Na harvestoru lze rozlišit podvozek (šasi), v daném případě zlomovací, část pracovní (hydraulický jeřáb s harvestorovou hlavicí), část motorovou a kabinu obsluhy. Každá z těchto částí sestává z mnoha dalších prvků.

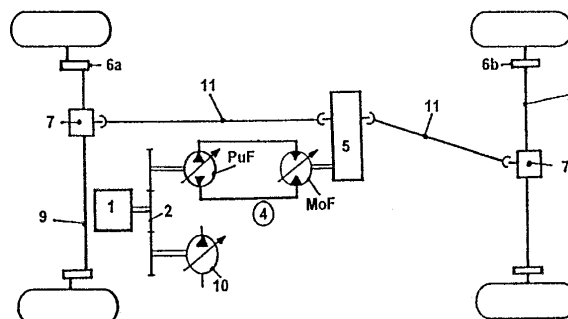


Obr. 4.7. Hlavní části šestikolového harvestoru

1. pevná zadní náprava, 2. zadní rám, 3. přední rám, 4. kolo přední nápravy, 5. přední tandemová náprava, 6. harvestorová hlavice, 7. rotátor, 8. hydraulický jeřáb, 9. zajišťovací řetěz, 10. přímočaré hydromotory, 11. osvětlení, 12. kabina, 13. vznětový motor harvestoru

4.1.1. Přenos hnací síly

Harvestory a vyvážecí traktory jsou složitá zařízení, která ke svému provozu využívají tři základní systémy – naftový motor, hydraulický systém a elektrický systém s prvky automatizace. Princip jejich funkce je postaven následovně: naftový motor pohání hydraulický systém, který koná požadované výkonové činnosti stroje včetně funkce pojezdu. Oba tyto systémy jsou pak individuálně ovládané prostřednictvím elektroniky. V současné době pak tento elektronický systém znamená propojení digitálního a analogového přenosu řídicí informace.



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

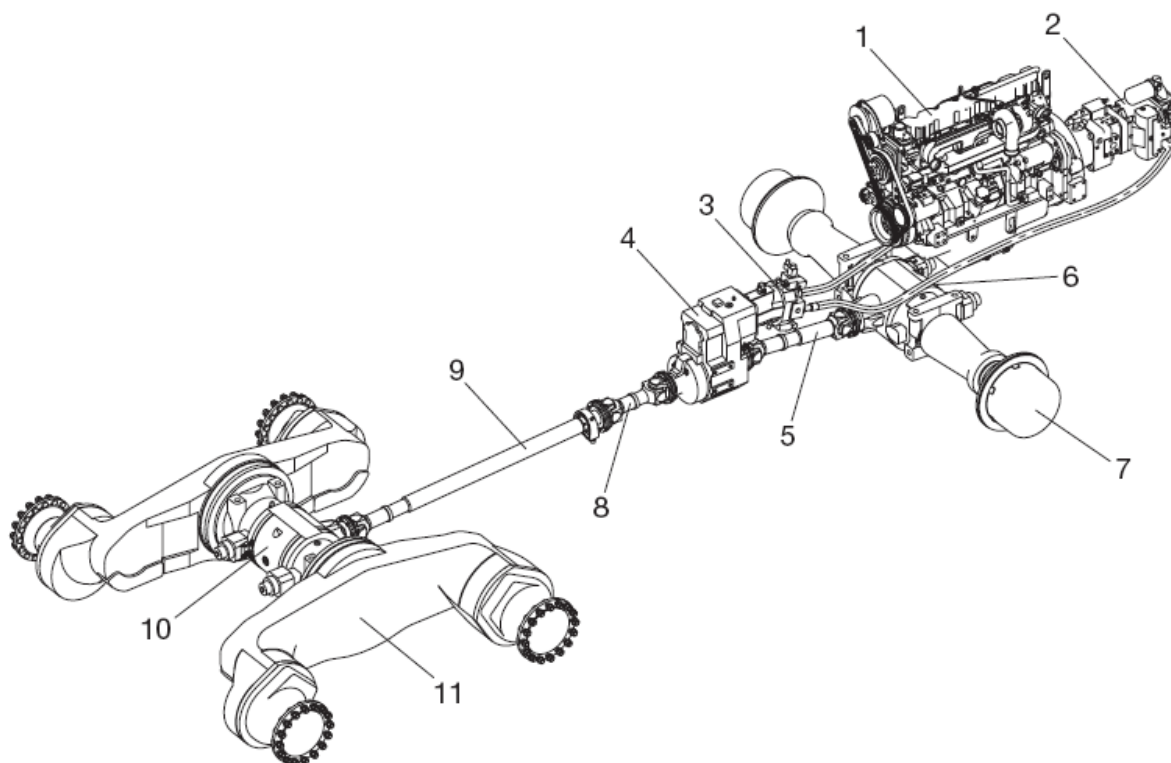
Obr. 4.8. Systém hydrostaticko-mechanického přenosu energie k pohonu pojezdu

Většina výrobců harvesterů se vydala cestou hydrostaticko-mechanického přenosu hnací síly. K hlavním výhodám tohoto systému patří možnost prostorově úsporného oddělení primárního pohonu a výstupu, dodávka velkého točivého momentu při nízkých otáčkách a absence rizika destrukce systému při jeho přetížení.

Hydrostaticko-mechanický přenos hnací síly ze vznětového motoru na pojezdové ústrojí harvesteru (obr. 4.8.) se skládá z mechanické, hydrostatické a elektrické části. Mechanickou část tvoří převodovka, soustrojí náprav, diferenciály a kloubové hřídele. Hydrostatická část se skládá z uzavřené soustavy hydraulického čerpadla a hydraulického motoru. Práci čerpadla řídí dva elektricky ovládané proporcionální ventily.

V hydrostatické části přenosu hnací síly dochází k plynulé regulaci rychlosti pojezdu stroje a řazení mezi směrem vpřed a vzad. Hydraulické čerpadlo je napojeno na vznětový motor, hydraulický motor, který je namontován na hnanou hřídel převodovky, přenáší sílu na ozubená kola převodovky, rychlý a pomalý rychlostní stupeň. Odtud je hnací síla přenášena na hlavní hnací hřídel, diferenciály přední a zadní nápravy a také na koncové převody kol.

Jak motor, tak čerpadlo jsou pístového typu, s možností výměny. Směr rotace osy čerpadla je stále konstantní. Řídicí systém mění pomocí proporcionálních ventilů směr a množství průtoku oleje čerpadlem, přičemž se odpovídajícím způsobem mění směr rotace motoru (směr jízdy a rychlost). Množství otáček motoru určuje vyklonění osy motoru, přičemž deska zůstane na svém místě. Úhly čerpadla a motoru jsou na sobě vzájemně závislé. Kromě řízení směru proporcionálními ventily lze nastavením rychlosti motoru měnit také průtokové množství čerpadla. Pokud je stroj v klidové pozici, úhel čerpadla je nulový a úhel motoru je na svém maximu. Při rozjezdu stroje začíná vzrůstat úhel čerpadla. Jakmile úhel čerpadla dosáhne svého maxima, úhel motoru se začne zmenšovat. Při maximální rychlosti stroje je úhel čerpadla na své maximální úrovni a úhel motoru na svém minimu.



1. Naftový motor, 2. Hydrogenerátor, 3. Hydraulický motor, 4. Převodovka s rozvodovkou, 5. Kloubová hřídel, zadní diferenciál, 6. Zadní diferenciál, 7. Náboje zadních kol, 8. Kloubová hřídel, střední část, 9. Kloubová hřídel, přední část (spojení střední kloub - přední diferenciál), 10. Přední diferenciál, 11. Bogie náprava

Obr. 4.9. Konstrukce podvozku šestikolového harvesteru a princip přenosu hnací síly na kola

Uspořádání základních konstrukčních prvků systému podvozku kolových harvestorů podává obr. 4.9. Jedná se o rozšířený systém přenosu hnací síly s jedním centrálním hydromotorem axiálního typu. Fakticky shodného principu je používáno i na podvozcích forwarderů.

Výrobci kráčejících podvozků pro harvestory a někteří výrobci kolových podvozků 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.

Na počátku je využití hybridního systému přenosu hnací síly s hydrostaticko-mechanickým pohonem s elektromotory v kolech u harvestorů (výrobce harvestorů ProSilva), u vyvážecích traktorů je tento koncept využíván u značky Elforest již delší dobu. K hlavním výhodám tohoto řešení v porovnání s klasickým systémem řešení pohonu patří podle údajů výrobce snížení spotřeby pohonných hmot

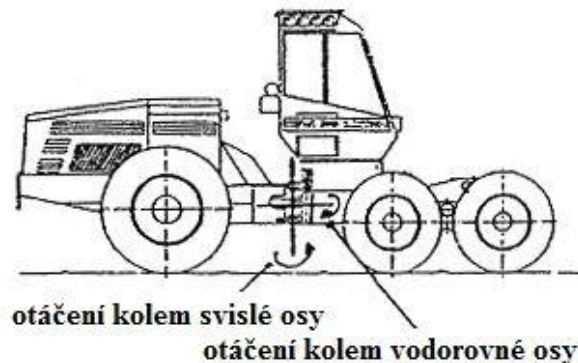
4.1.2. Podvozek

Nejběžnějším způsobem pohybu mobilních energetických prostředků v lesním hospodářství, tedy i harvestorů, je pojezd, tj. kontinuální pohyb, umožněný pojezdovým ústrojím opatřeným koly, pásy nebo kolopásky. U harvestorů se používá i další princip pohybu, tzv. kráčení.

Kolový podvozek

S kolovým podvozkem je zajištěna, v porovnání s ostatními způsoby pohybu, největší mobilita stroje. Harvestor přejíždí na kratší vzdálenosti (zpravidla do 30 km) po vlastní ose i po veřejných komunikacích, což s pásovými podvozky po zpevněných cestách možné není, neboť pásy by poškodily povrch vozovky.

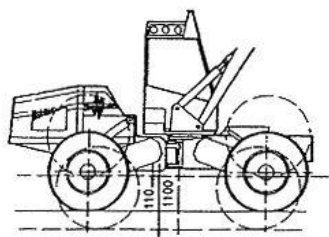
Podvozek kolových víceoperačních strojů se zpravidla skládá ze dvou částí, které jsou torzně spojeny zlamovacím kloubem (natáčejí se vůči sobě podle podélné osy i podle osy svislé). Vzájemné stranové natáčení (zlamování) přední a zadní části rámu se uskutečňuje hydrostatickým systémem dvěma přímočarými hydromotory. Maximální zlamovací úhel rámu podvozku při řízení se pohybuje do 45°. Výjimkou je harvestor Vimek 404 s možností natáčení přední nápravy a celkovým úhlem zatáčení 80°. Vzájemný torzní pohyb přední a zadní části lze zablokovat, tím se docílí vyšší příčné stability stroje. To je důležité při těžbě dříví harvestorovou hlavici vyloženou stranově hydraulickým jeřábem.



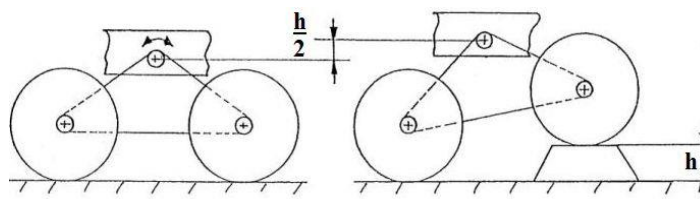
Obr. 4.10. Středový axiální kloub

Čtyřkolové podvozky jsou osazeny dvěma pevnými nebo (méně často) dvěma výkyvnými nápravami, šestikolové podvozky jsou osazeny v přední části jednou tandemovou (bogie) a v zadní části jednou pevnou nápravou, osmikolové podvozky jsou osazeny dvěma tandemovými (bogie) nápravami. Výhodou tandemových náprav v porovnání s pevnými nápravami je snazší zdolávání překážek v terénu a nižší tlak podvozku stroje na půdní povrch, jakož i možnost nasazení tzv. kolopásů. Výhodou pevných náprav ve srovnání s tandemovými nápravami je jejich kratší konstrukční délka, nižší výrobní náklady a také příznivější ekonomika provozu při přesunech stroje (nižší spotřeba PHM). Vertikální výkyv kabiny stroje s pevnou nápravou je ovšem 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. 4.11. Nastavení jednotlivých kol



Obr. 4.12. Princip tandemové / bogie nápravy

U tandemových (bogie) náprav přechází hnací síla z hlavního náhonového hřídele vždy na dvě kola na každé straně stroje přes zubové nebo řetězové převody, uložené ve speciální skříni tandemové nápravy. Převody jsou uloženy v olejové lázni, která snižuje míru opotřebení. S tandemovými nápravami se zvyšuje stabilita stroje a dochází k rozkládání zátěžových sil na větší plochu půdního povrchu.

K zavedeným výrobcům tandemových náprav patří např. německá společnost NAF, která kromě portálových tandemových náprav nabízí také vyvážené tandemové nápravy nebo tandemové nápravy pro rychlost do 65 km/h. Vyvážené tandemové nápravy díky své konstrukci optimalizují rozložení trakční síly při přejezdu překážky, čímž zlepšují průjezdnost stroje terénem a snižují poškození terénu prokluzem trakčního ústrojí. Někteří výrobci nabízí jako volitelnou výbavu strojů zvedání přední nebo zadní tandemové nápravy. Tato volba se používá ve svažitém terénu k překonávání lokálních terénních nerovností.

Jiné konstrukční řešení čtyř- nebo šestikolového podvozku nabízí rakouský výrobce harvesterů Konrad Forsttechnik. Zadní výškově nastavitelná kola jsou umístěna na ramenech, která se nezávisle na sobě vysouvají ze základního rámu stroje (maximální vysunutí ramene s kolem činí 1.980 mm 4WD a 1.993 mm 6WD). Přední náprava a zadní kola jsou samostatně říditelné, což poskytuje stroji i přes velký rozvor přední nápravy a zadních kol poměrně malý vnitřní poloměr otáčení 3.500 mm.

Světlá výška podvozku a úhel nájezdu jsou významnými technickými parametry, které charakterizují průjezdnost stroje terénem. Světlá výška je ovlivněna konstrukčním řešením použitých náprav, průměrem ráfku kola a profilovým číslem použité pneumatiky. U harvesterů se světlá výška podvozku obvykle pohybuje od cca 400 mm do 700 mm. Harvester Rottne H8 je vybaven výkyvnými nápravami, které mu umožňují měnit jak rozvor, tak světlou výšku podvozku od 200 do 1.000 mm. Na úhel nájezdu stroje má kromě konstrukčního řešení přední části rámu podstatný vliv také typ nápravy a velikost kol v přední části rámu stroje pod kabinou. Překážky v terénu lépe překonávají tandemové nápravy, proto je úhel nájezdu ve srovnání s pevnými nápravami vyšší u tandemových náprav.



Obr. 4.13. Tandemová (bogie) náprava

Hmotnost stroje je charakteristika, která uživateli podává jen orientační informaci o možné míře poškození půdy. Význam hmotnosti musí být vždy posuzován spolu s velikostí a tvarem styčné plochy podvozku stroje a vlastnostmi povrchu podložky (půdy, linky, cesty). Hlavním důsledkem hmotnosti stroje je vytlačování kolejí ve stopě. Jako projev hmotnosti a velikosti styčné plochy se podílí na tvorbě kolejí a poškozování půdy **měrný tlak stroje**. Hodnota měrného tlaku by se teoreticky měla rovnat hodnotě tlaku hustění 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, což je ovšem v praxi nereálné. V závislosti na celkové hmotnosti stroje a počtu náprav se reálný měrný tlak pohybuje do 150 kPa. Pro srovnání s dalšími prostředky: Ulrich a kol. (2003) uvádí tlak na půdu u univerzálních kolových traktorů 160 kPa, u lesních kolových tahačů 220 kPa, koní 160 kPa.

Snížení tlaku strojů na půdu lze dosáhnout několika způsoby. Všechny, s výjimkou snižování celkové hmotnosti stroje, se týkají konstrukční úpravy pojezdového ústrojí. Jednou z možností snížení tlaku je zvětšování styčné plochy podvozku stroje s půdním povrchem. Toho lze dosáhnout zvýšením počtu kol, zvětšením jejich rozměrů, změnou typu pneumatiky. Běžným opatřením je samozřejmě použití kolopásů na tandemových nápravách. Další možností je nový způsob řešení pojezdového ústrojí, např. hydraulický zdvih kol nebo výkyvné nápravy.

Pro harvestory a vyvážecí traktory jsou vhodné nízkotlaké velkorozměrové pneumatiky. Důležitou podmínkou dosažení malých valivých odporů na měkkém podloží je vytvoření mělké stopy. V případě pneumatiky toho dosáhneme snižováním hustění. 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 hnačí síly závisí jednak na druhu a stavu podloží (tedy na mechanických vlastnostech zeminy), jednak na druhu a konstrukčních parametrech hnačího ústrojí a podvozku. Kromě toho závisí dále na adhezním vytižení podvozku, což je dáno hmotností stroje, rozložením zatížení na nápravy a též na velikosti pásů či rozměrech pneumatik a jejich hustění.

Na dezénu použité **pneumatiky** závisí nejen rozložení tlaku ve stopě, ale také šetrnost k povrchu půdy. Na univerzálních kolových traktorech nebo na jednoduchých nápravách harvestorů používané šípové žebrování má velkou schopnost zachycovat boční síly při jízdě šikmo svahem, avšak poškození povrchu půdy je značné. Pneumatiky, které mají v místě dotyku s půdou žebro vzorku kolmé na směr jízdy, mají zhoršenou schopnost udržení směrové stability, ale k půdnímu povrchu jsou mnohem šetrnější. V praxi je tedy nutné volit takový dezén, který by nejlépe vyhovoval oběma požadavkům v konkrétních podmínkách. U harvestorů i vyvážecích traktorů jsou tedy obvykle jednoduché nápravy opatřeny pneumatikami se šípovým vzorkem (obr. 4.14.1. vlevo), tandemové (bogie) nápravy pak mají pneumatiky s tzv. lomenými lamelami (obr. 4.14.1. vpravo), usnadňujícími mj. i provozování kolopásů.

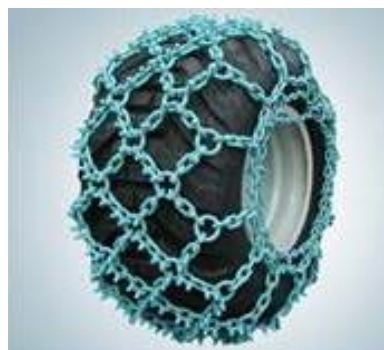


NOKIAN FOREST KING TRS L-2



NOKIAN FOREST KING ELS L-2

Obr. 4.14.1. Pneumatiky se šípovým vzorkem (TRS) a lomenými lamelami (ELS)



Obr. 4.14.2. Protisklzné řetězy na pneumatiky

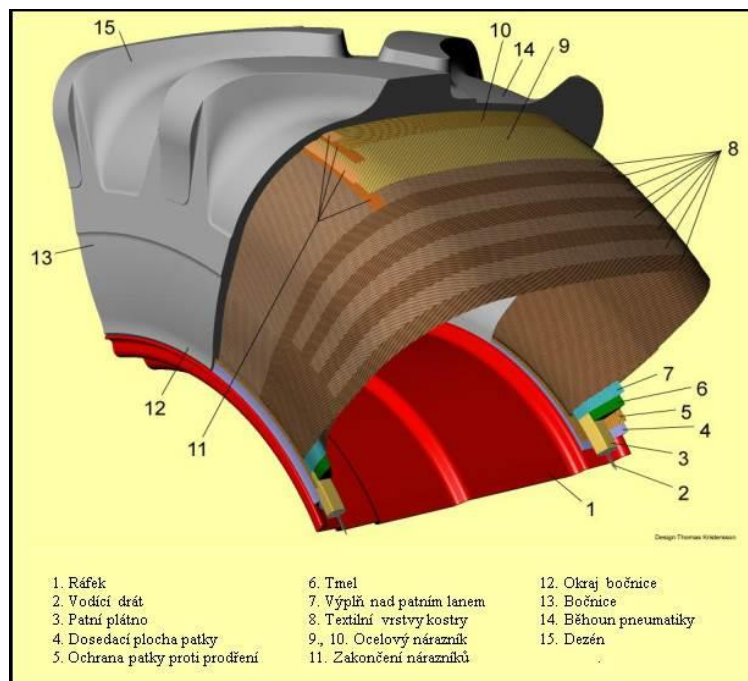
Dva renomovaní dodavatelé lesnických pneumatik v České republice - firmy Nokian a Trelleborg nabízejí širokou škálu lesnických pneumatik radiální i diagonální konstrukce, se vzdušnicí duší nebo bez vzdušnice. Šířky pneumatik Nokian jsou k dispozici v rozměrech od 500 do 800 mm na průměr ráfku 22,5 až 34". Šířky pneumatik Trelleborg jsou k dispozici v rozměrech od 400 do 750 mm na průměr ráfku 15,5 až 34". U obou výrobců lze rozlišit z několika typů vzorků dva základní, v terminologii Nokian označované jako TRS a ELS. Pneumatika se vzorkem TRS (šípový vzor) v porovnání s pneumatikou se vzorkem ELS (lomené lamely) lépe přenáší trakční sílu kola na půdní povrch, při prokluzu jej však více poškozuje (viz též výše). Při dlouhodobé jízdě po tvrdých podkladech se rychleji opotřebovává. Lesnické pneumatiky mají pro práci v náročných těžebních podmínkách speciální vyztuženou konstrukci (obsahují až 14 textilních vrstev), která zamezuje

přílišnému vyboulení bočnic při sníženém hustění pneumatik. Není proto možné, bez zvýšeného rizika defektu, používat jiné typy např. zemědělských pneumatik.

Pro jízdu s **protiskluznými řetězy** je nutno zvláště pečlivě dodržovat doporučené hustění pneumatik a kontrolovat napnutí řetězu tak, aby nedocházelo k jeho velkému prověšení na zadní straně (tzv. pytel). Tím by hrozilo nebezpečí, že by se řetěz ve spojnici otáčel a hřeb by mohl poškodit pneumatiku. Je třeba zkontrolovat, zda nejsou uvolněné jednotlivé části nebo z řetězu nevyčnívají ostré hrany, které by mohly poškodit pneumatiku.

Pro jízdu s **kolopásy** je používáno výrobcem doporučené hustění pneumatik pro užití kolopásů, které je vyšší. Je třeba zkontrolovat, zda kolopásy odpovídají rozměru pneumatiky a zda jsou správně napnuté. Kolopás musí být prohnut přibližně 50 mm mezi koly. Vzdálenost mezi kolopásem a bočnicí pneumatiky musí být cca 15 mm. Zkontroluje a odstraní se případné poškození kolopásů, aby ostrými hranami nedošlo k poškození pneumatiky.

Pravidelná **kontrola a údržba pneumatik** zvyšuje jejich životnost. Během denní vizuální kontroly pneumatik je důležité odhalit jakákoliv poškození, jako jsou zapíchnuté třísky, velké šrámy, apod., které by mohly vést k propíchnutí kostry pneumatiky. Jakékoliv podobné poškození musí být neprodleně opraveno. Odstraní se všechny větve nebo dřevěné třísky, které uvízly mezi pneumatikou a ráfkem. Tlak v pneumatikách musí být kontrolován nejméně jednou za měsíc. V závislosti na druhu pracovních podmínek musí být tlak upraven tak, aby odpovídal druhu terénu a zatížení. Použije se nižšího tlaku, pokud je terén relativně bez kamení a je-li zapotřebí vyšší únosnosti. V náročném terénu se skeletem se použije vyšší tlak.



Obr. 4.15. Příklad konstrukce pneumatiky Trelleborg

Jeden z největších výrobců kolopásů a protismykových řetězů - firma Olofsfors, nabízí v současnosti 11 typů kolopásů od univerzálních (ECO-TRACK) až po kolopásy navržené do konkrétních pracovních podmínek (ECO-BALTIC pro podmáčené půdy) a dva typy protismykových řetězů ve třech variantách síly materiálu - 13, 16 a 19 mm.

Ve svažitém terénu může být účelné zvýšit stabilitu stroje snížením jeho těžiště prostřednictvím naplnění pneumatik nemrznoucím roztokem (např. vodný roztok CaCl_2). 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.



a) princip

b) kolopás ECO-Track

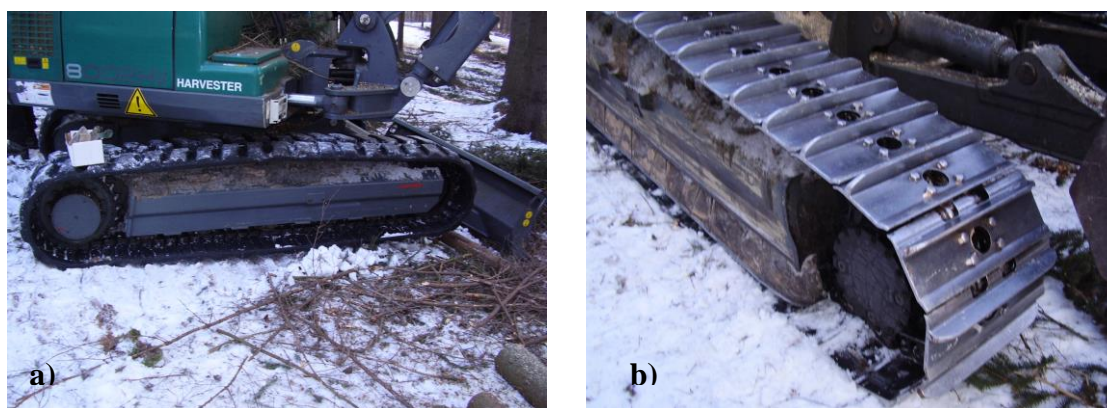
c) kolopás ECO-Baltic

Obr. 14.16. Kolopásky

Harvestory jsou vybaveny hydraulickým **brzdovým systémem** se dvěma brzdovými okruhy. Brzdový pedál ovládá brzdový ventil, který dodává stálý variabilní brzdový tlak brzdovému válci. Pro účely brzdění je hydraulický olej čerpán z primárního pracovního hydraulického systému a držen v tlakových zásobnících. Pracovní brzda ovládá oba pracovní okruhy. Pokud je stroj v klidu, je aplikována automaticky. Brzda a stabilizační blokování je aktivováno, jakmile dojde k pohybu stroje. Systémy jsou konstruovány tak, aby bylo možné stroj zabrzdit v případě zastavení motoru, ztrátě hydraulického tlaku, brzdění pedálem, aktivaci parkovací brzdy nebo elektrické poruše. Parkovací a nouzová brzda jsou ovládány pružinově.

Pásový podvozek

Pásový podvozek zabezpečuje vynikající trakci v podmínkách bažinatého terénu a výhody se projeví při nasazení na méně únosných půdách, kde je zapotřebí nízkého měrného tlaku. K dosažení vysokých tahových sil se u pásových prostředků využívá jejich celková hmotnost. Pásové podvozky mají vysokou schopnost adheze (adhezní součinitel pásových podvozků jako jediný může dosáhnout hodnotu větší než 1,0), je proto možné plně využívat maximální výkon motoru bez nadměrného prokluzu pojízdného ústrojí. Další výhodou je velká stabilita a velká svahová dostupnost. Nevýhodou je snižující se mobilita přepravy na nové pracoviště, poškození povrchu při zatáčení, apod.



a)

b)

Obr. 4.17. Pásové pojezdové ústrojí a) pryžové, b) kovové

U většiny pásových harvesterů jsou kabinová nástavba a hydraulický jeřáb s těžební hlavicí nejčastěji instalovány na univerzálním bagrovém podvozku. Pásky jsou pryžové, kovové nebo kombinací kovu s pryží nebo odolnou umělou hmotou (obr. 4.17.). Nekonečné kovové pásky jsou složeny z jednotlivých článků. Články jsou nejčastěji jednobřité nebo trojbřité, kde je výhoda vyšší trakce. Pohon je zajištěn od hydraulicky poháněného hnacího kola, jehož trny zapadají do ok na pásu. Pryžové pásky jsou používány u harvesterů nižších hmotnostních tříd (cca do 11 tun). Pro zajištění delší životnosti pryžových pásů mohou být jejich oka vyztužena kovem.

Pásy jsou napínány přes řetězku a jsou vedeny na několika vodicích kladkách. Podvozek je odpružen zkrutnými tyčemi, tím je udržován optimální styk s terénem a je docíleno maximální trakce. Pracovní hydraulika stroje je oddělena od pohonu pásů. Hydraulika zajišťující pohon pásů má samostatný uzavřený hydraulický okruh pro levý i pravý pás, tím je usnadněno směrové řízení stroje, které se děje změnou rychlosti pohybu levého či pravého pásu (až do jejich úplného zastavení – tím je umožněno otáčení stroje na místě).

Jiný typ řešení pásového podvozku byl poprvé použit ca v roce 2000 u pásového harvestoru Valmet 911.1 Snake, na jehož standardním zlamovacím podvozku byly nasazeny místo tandemových náprav čtyři pásové jednotky o šířce 0,5 m a délce 2 m (obr. 13). Výměna kol za pásy nebo zpětná demontáž trvá ca 0,5 směny. V současnosti jsou takto vybaveny např. pásové harvestory ProSilva. Mají rovněž klasické zlamovací řízení, místo kol mají nasazeny čtyři pásové jednotky.



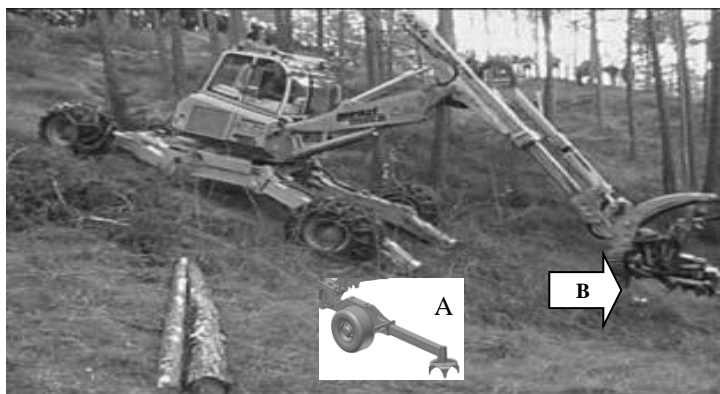
Obr. 4.17. Kovové pásové pojezdové ústrojí



Obr. 4.18. Čtyři pásové jednotky harvestoru ProSilva

Kráčivý podvozek

Kráčivý podvozek vychází **zpravidla z konstrukce tzv. kráčivých rypadel** (např. Menzi Muck – obr. 4.19.) nebo je nástavbou na speciálním šestinohém podvozku vyrobeném speciálně pro lesnické provozy – existuje zatím jediný prototyp představený koncem 90. let 20. století firmou John Deere (Plusstech) (obr. 4.20.).



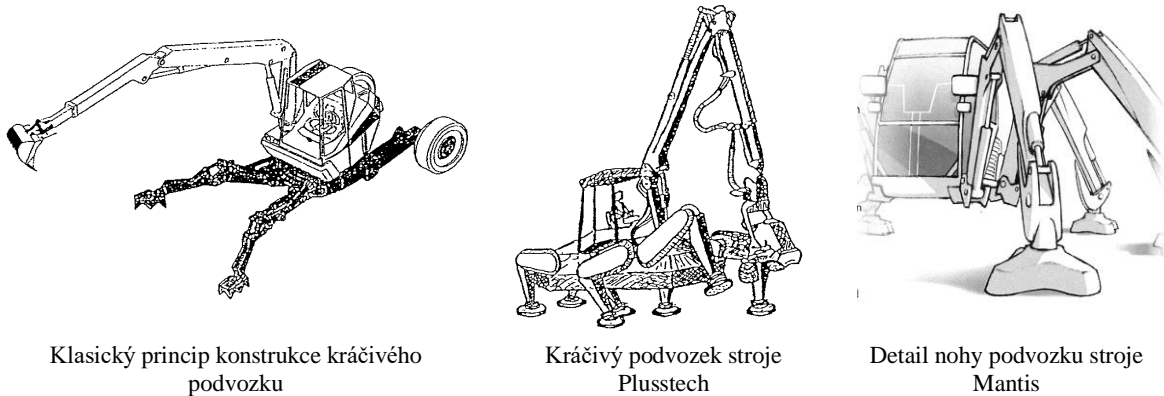
Obr. 4.19. Kráčivý harvestor Menzi Muck
A. stabilizační podpěry, B. podpěrná patka



Obr. 4.20. Kráčivý harvestor John Deere (Plusstech)

Stroj Menzi Muck je běžně, jako kráčivé rypadlo (bagr), nasazován ve složitých terénních podmínkách, např. při čištění říčních koryt, úpravě svahů, stavbě cest, ale v současnosti i při mulčování a lesní těžbě, kdy je na hydraulický jeřáb instalována mulčovací hlavice nebo těžební (harvestorová) hlavice „Woody“. Podvozek je vybaven čtyřmi hydraulicky ovládanými rameny, která jsou vzájemně nezávisle horizontálně i vertikálně nastavitelná a která zajišťují stabilitu stroje na prudkých svazích. Dvě ramena jsou vybavena koly a dvě opěrami. Pohyb na svahu nebo

v neprůjezdných terénech je prováděn hydraulickým jeřábem s harvestorovou hlaví, která je vybavena podpěrnou patkou, o kterou se stroj při přesunu opírá, podobně jako kráčivé rypadlo o lopatu. Dopředný pohyb takto vybaveného stroje je diskontinuální a je uskutečňován pomocí ramene hydraulického jeřábu, který se maximálně vyloží, opře opěrnou patkou o terén, přizvedne stroj a pak zlamováním přitahuje podvozek k místu opření o terén. Po přesunu může stroj pokračovat v práci nebo se opakováním předchozích úkonů dále přemísťovat. Pohyb zpět je analogický předchozímu s tím, že se opěrná patka na výložníku opře v blízkosti stroje, a ten se výložníkem odtlačuje od místa opření. Výhodou tohoto řešení je možnost práce i ve velmi náročných terénech se sklonem až cca 90 %, na neúnosných půdách nebo členitých lokalitách. V příznivějších terénních poměrech mohou být koly opatřena všechna čtyři ramena a přesun stroje se pak děje kontinuálním pojezdem těchto hydrostaticky poháněných kol. Rychlost stroje v terénu je až 4 km/h.



Obr. 4.21. Srovnání principů kráčivých podvozků

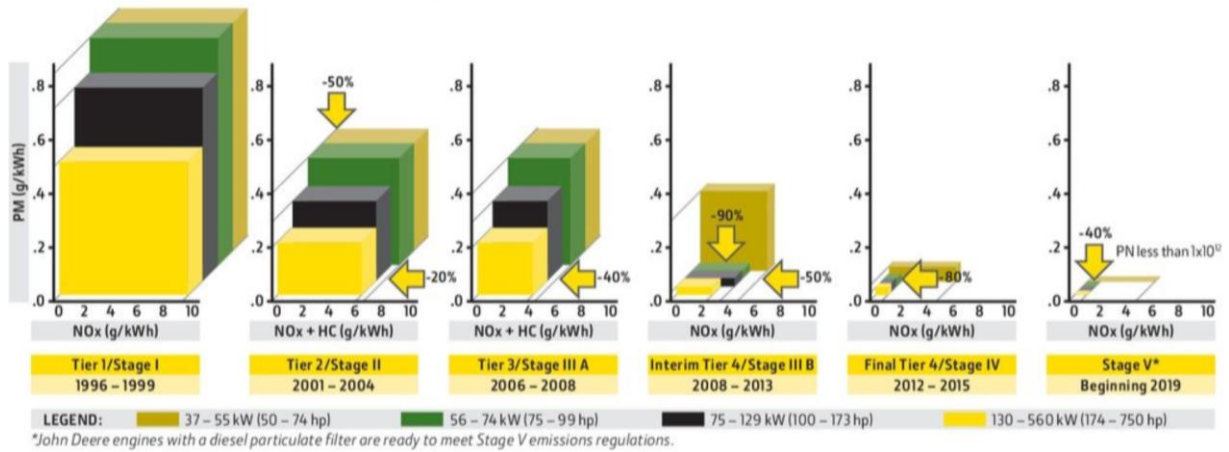
Jiný princip kráčivého podvozku je použit u výrobku firmy Plusstech, opatřeného šesti hydraulicky poháněnými a elektronicky řízenými nohama, které jsou po třech umístěny po stranách podvozku, a jsou na sobě nezávislé. Princip pohybu nohou, vyvinutý na konci 90. let, připomíná pohyb hmyzu, přesun stroje 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. Principiálně stejný podvozek – hexapod - má i stroj firmy Mantis, představený v roce 2013. I tento stroj se zatím nachází ve stadiu prototypu.

Kračivé podvozky jsou výhodné z pohledu jejich vynikající průchodnosti terénem i nevytvářením kolejí v půdě. Nelze je však (alespoň na současné úrovni konstrukčního řešení) použít pro práce, u kterých jsou kladeny nároky na vyšší rychlost přesunu, tj. zejména při přepravě materiálu, jakou je např. soustřeďování dříví vezením či vlečením.

4.1.3. Motorová část

Harvestory bývají většinou vybaveny čtyř- nebo šestiválcovými vznětovými (dieselovými) motory s výkonem v rozmezí 50 až 250 kW a zdvihovým objemem 2,5 - 9 l.

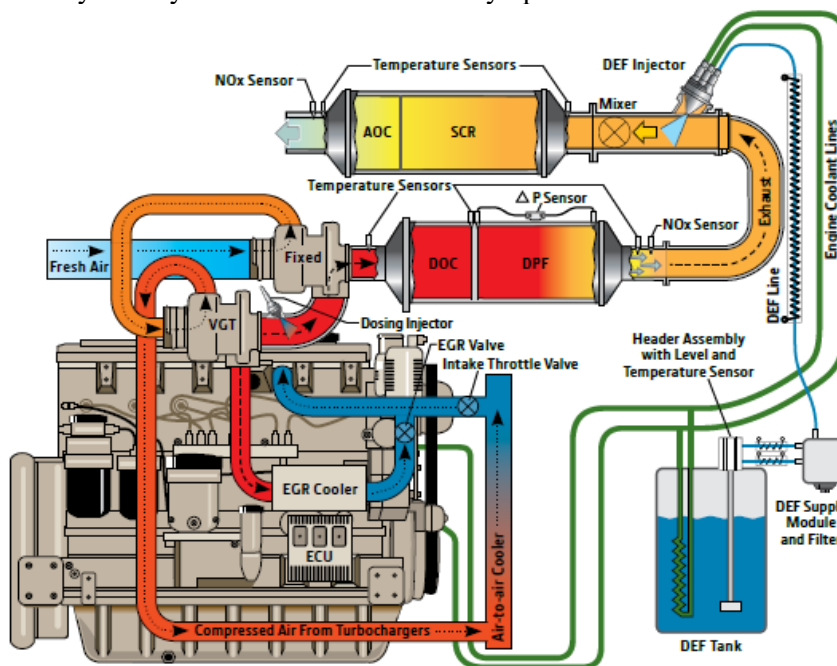
V roce 2019 vstoupila v platnost emisní norma Stage V. Splnění takto nastavených emisních limitů dosahují výrobci motorů dvěma metodami nebo jejich vzájemnou kombinací. První metodou je technologie využívající recirkulaci a chlazení výfukových plynů - CEGR+DPF (Cooled Exhaust Gas Recirculation). Motory s touto technologií 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.



Obr. 4.22. Vývoj emisních předpisů EPA a EU
 NO_x - oxidy dusíku, HC - uhlovodíky, PM - pevné částice

Obrázek 4.23. uvádí příklad použití obou technologií (CEGR+DPF a SCR) při snižování emisí vznětových motorů dle normy Tier 4 (Stage IV). Toto řešení je použito u vznětových motorů John Deere PowerTech PSS se zdvihovým objemem 4,5; 6,8; 9,0 a 13,5 l.

Motorová část harvestorů může být vybavena různými prvky usnadňujícími provoz stroje a péči o něj. Výbava stroje nezávislým topením se doporučuje zejména v zimních měsících, pokud teplota okolního prostředí klesne pod 5 °C. Nezávislé topení ohřívá před studeným startem harvestoru motor, hydraulický olej a kabinu. Svou činností snižuje spotřebu pohonných hmot, opotřebení naftového motoru a dalších komponent. Centrální mazání zvyšuje kvalitu údržby stroje a snižuje čas potřebný k jeho každodenní údržbě. Centrální mazání bývá k dispozici pro středový kloub zlamovacího rámu, hydraulický jeřáb a systém vyrovnávání a otáčení kabiny operátora.



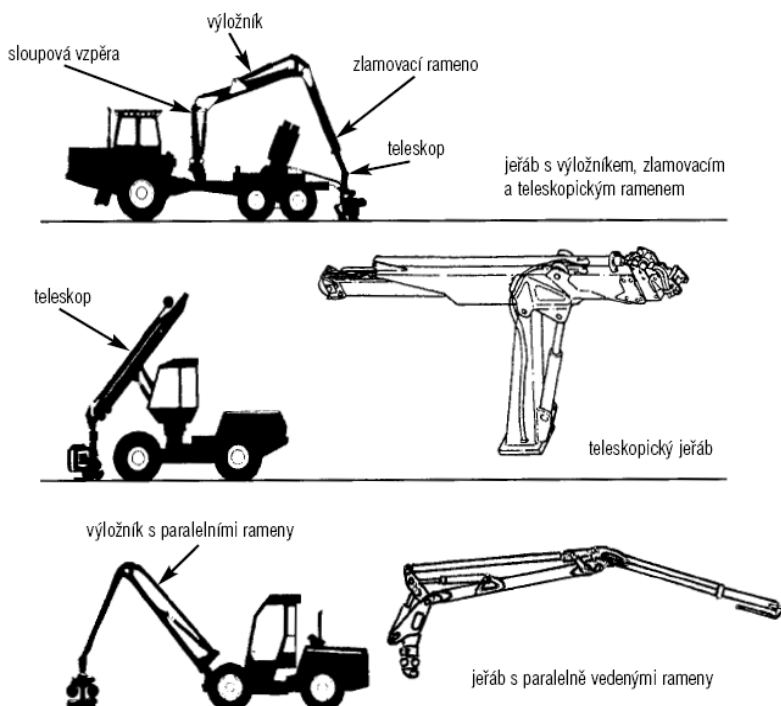
Obr. 4.23. Princip snižování emisí u motorů John Deere PowerTech PSS splňujících normu Tier 4

Vybavení motorové části stroje elektrickým čerpadlem hydraulického oleje a pohonných hmot snižuje riziko znečištění těchto provozních kapalin při čerpání externím čerpadlem a snižuje čas potřebný pro servisní zabezpečení chodu vyvážecího traktoru. Hydraulický ventilátor s reverzibilním chodem snižuje hladinu hluku a spotřebu pohonných hmot. Automaticky v určitých časových intervalech nebo manuálně na pokyn operátora je možné zpětným chodem ventilátoru uvolnit nečistoty na jeho krycí

mřížce. V motorové části stroje bývá umístěn automatický hasicí systém. Tento systém, který zatím není pro speciální lesní techniku v České republice povinný, výrazně posiluje požární prevenci na stroji. Systém automaticky spustí hašení, pokud některé z jeho čidel detekuje v motorové části stroje kritickou teplotu.

4.1.4. Hydraulický jeřáb harvestoru

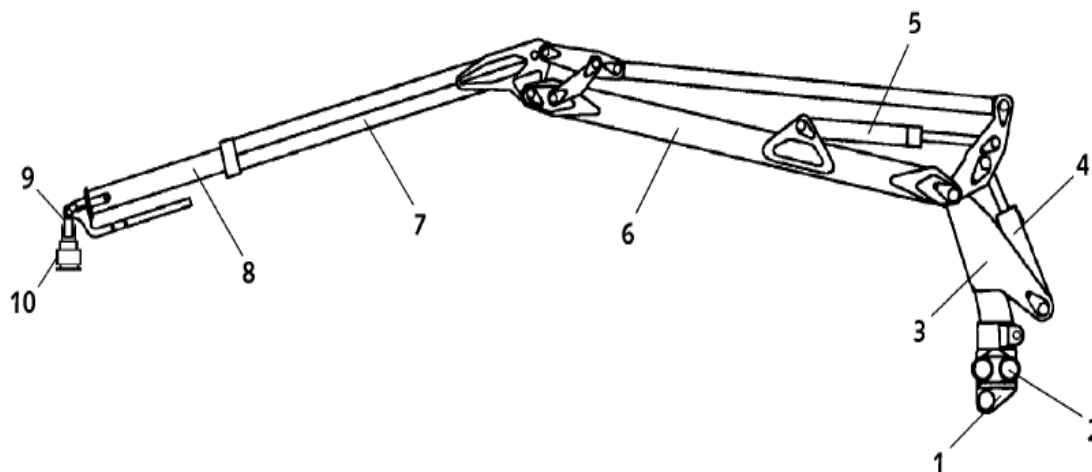
Podstatnou součástí každého harvestoru je jeřáb, který slouží k nesení harvestorové hlavice a k vykonávání všech potřebných pohybů při zpracování stromu. Jeřáby mohou být montovány po straně, před nebo za kabinou operátora harvestoru. Stranový dosah hydraulických jeřábů harvestorů činí podle typu 7-12 m. Podle konstrukce lze jeřáby rozlišit na jeřáby s hlavním výložníkem, zlomovacím a popř. teleskopickým ramenem; jeřáby se zlomovacím a teleskopickým výložníkem a jeřáby s paralelně vedenými výložníkovými rameny.



Obr. 4.24. Rozdělení hydraulických jeřábů harvestorů dle konstrukce

Zdvihový moment jeřábu M_j je dán součinem zvedací síly (kN) a příslušného vyložení jeřábu (m). Výsledek se udává v kilonewtonmetrech (kNm). Zdvihový moment jeřábu je základním technickým parametrem jeřábu a je podmíněn jeho konstrukčními vlastnostmi (pevnost nosníků, parametry hydraulického systému). Podle zdvihového momentu se jeřáby rozdělují na malé (M_j do 100 kNm), střední (M_j 100-160 kNm) a velké (M_j nad 160 kNm).

Pohyby jeřábu jsou ovládány hydraulicky. Pracovní tlak hydrauliky se pohybuje mezi 200 – 280 bar (20 – 28 MPa). Při prasknutí hydraulického vedení může dojít k rychlému úniku oleje, což by ohrozilo i obsluhu jeřábu, proto jsou jednotlivé okruhy toku hydraulické kapaliny vybaveny automatickými hydraulickými ventily, které zablokují pohyb ramen při poklesu tlaku v systému či uzavřou průtok kapaliny při případném poškození vysokotlakých hadic.



1. základna hydraulického jeřábu, 2. válce otoče, 3. sloup, 4. válec hlavního ramene, 5. válec kyvného ramene, 6. hlavní rameno, 7. kyvné rameno, 8. teleskop (1 nebo 2 výsuvná ramena), 9. připojení rotátoru, 10. rotátor

Obr. 4.25. Konstrukce hydraulického jeřábu s paralelně vedenými rameny

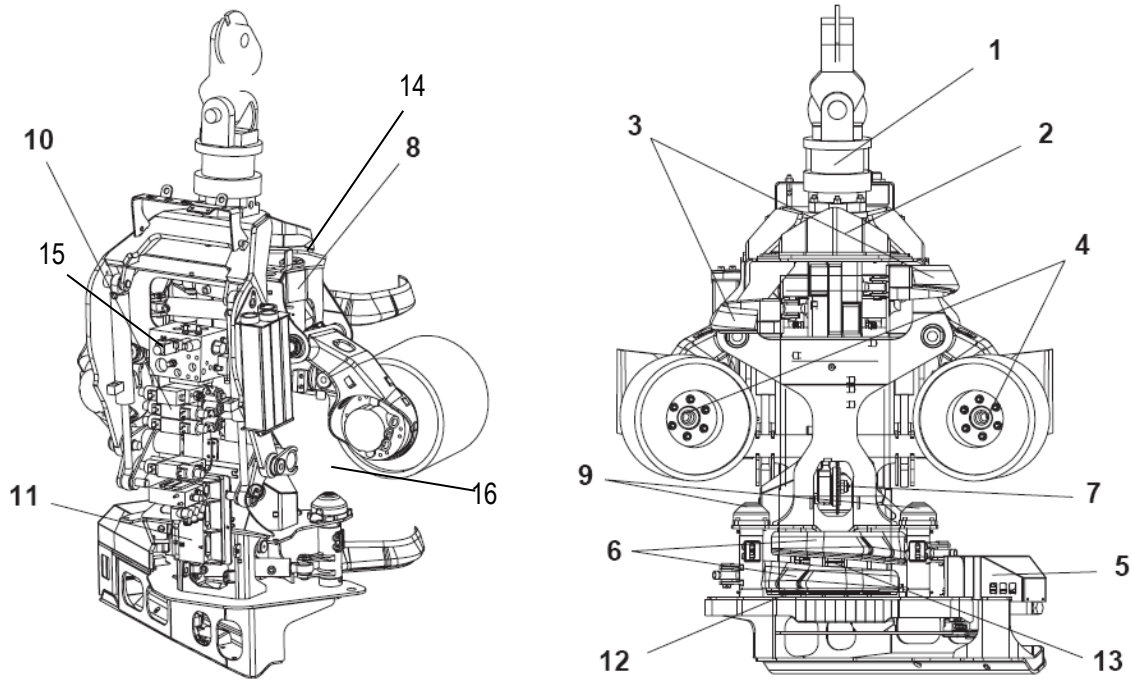
Nosný sloup jeřábu je uložen otočně, u některých typů dovozuje i vychýlení vpřed a vzad, což zvyšuje stabilitu harvestoru a zlepšuje pracovní vlastnosti hydraulického jeřábu zejména při práci ve svažitéch terénech. Pro začínající operátory je dobrou volbou tlumení hydraulického jeřábu. Tato funkce eliminuje rázy v koncových polohách hydraulického jeřábu, působené prudkými pohyby při jeho ovládní a prodlužuje tak životnost jednotlivých komponent hydraulického jeřábu. Funkce centrálního mazání hydraulického jeřábu urychluje a zkvalitňuje každodenní servisní zabezpečení. Zejména pro stroje určené pro nasazení v probírkách je užitečnou volbou skryté vedení hydraulických hadic hydraulického jeřábu. V hustých probírkových porostech tak nedochází k jejich poškození. Kromě pracovních světel umístěných na kabině nebo v prostoru pod kabinou je možné pro práci v hustých probírkových porostech umístit halogenová, xenonová nebo LED světla i na hlavní rameno hydraulického jeřábu. Tato volba zlepšuje pracovní podmínky operátora a zvyšuje kvalitu provedené práce.

4.1.5. Harvestorová hlavice

Harvestorová hlavice má za úkol strom oddělit od pařezu, sklopit do pracovní polohy, odvětvit, zkrátit, změřit a uložit výřezy a případně je označit.

Harvestorová hlavice je opatřena závěsným rámem, který je na konci rotátoru uložen na dvou ložiskách umístěných do kříže tak, že zajišťují její svislou polohu i naklonění při zpracování stromu. Pracovní část hlavice je na závěsný rám připojena dvěma ložisky, na kterých se při práci sklápí okolo vodorovné osy. Ovládní polohy pracovní části hlavice vůči závěsnému rámu (zejména při jejím návratu do výchozí polohy) se děje přímočarými hydromotory.

Při kácení je hlavice nasazena vertikálně na patu stromu. Strom je uchopen zavřením odvětvovacích nožů a pohyblivých válců posuvu a pila provede odříznutí stromu. Při řezání lze tlakem hydraulického válce hydraulického jeřábu vyvinout předepnutí stromu a tím odlehčit pilu v řezu (pila nesmí být v řezu pevně sevřena). Při pádu stromu se pracovní část hlavice sklápí v závěsném rámu. Pomocí podávacích válců poháněných rotačními hydromotory je strom v horizontální poloze protažen přes odvětvovací nože a průběžně krácen na sortimenty.



- | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1. Rotátor s křížovými ložisky | 6. Pohyblivé dolní odvětvovací nože | 11. Modul HHM harvesterové hlavice |
| 2. Nepohyblivý horní odvětvovací nůž | 7. Měřicí kolečko délky | 12. Tryska barevného značení (příslušenství) |
| 3. Pohyblivý horní odvětvovací nože | 8. Výrobní číslo harvesterové hlavice | 13. Vodicí válec |
| 4. Motory posuvu | 9. Senzor průměru | 14. Závěsný rám |
| 5. Rezací jednotka | 10. Blok ventilů ovládání hlavice | 15. Hydromotor sklápění pracovní části |
| | | 16. Ložiska sklápění pracovní části |

Obr. 4.26. Konstrukční prvky harvesterové hlavice

Kácecí a krátcíci ústrojí harvesterové hlavice

Ke kácení a krácení je u harvesterových hlavic nejčastěji využívána **řetězová pila**, která nahradila v sedmdesátých letech hydraulická nožová či stříhací ústrojí a kotoučové pily. Zkracovací jednotka je složena z řetězu, vodicí lišty, řetězky, konzoly vodicí lišty, hnacího rotačního hydromotoru řetězu, přímočarého hydraulického motoru (válece), senzorů polohy lišty a mazání řetězu.

Stavba řezného ústrojí je obdobná jako u jednomužných motorových pil. Řetěz o rozteči 0,404“ nebo 3/4“ se skládá z hoblovacích zubů (střídání levého a pravého), vodicích článků a spojovacích článků. Délka lišty je u největších kácecích hlavic přes 1.300 mm a šířka vodicí drážky 1,6 mm nebo 2,0 mm. Všechny harvesterové lišty jsou vyráběny z legované oceli a mají vodicí kolečko. Pohyb vodicí lišty do řezu je zajištěn přímočarým hydromotorem. Maximální úřez harvesterové hlavice se pohybuje dle účelu nasazení harvestoru od 350 do 750 mm. Řetěz pily je poháněn od řetězového kolečka hnaného hydromotorem. Olej je vháněn do drážky vodicí lišty olejovým čerpadlem ze samostatné nádrže s mazacím olejem, mazání je buď dávkové nebo kontinuální.

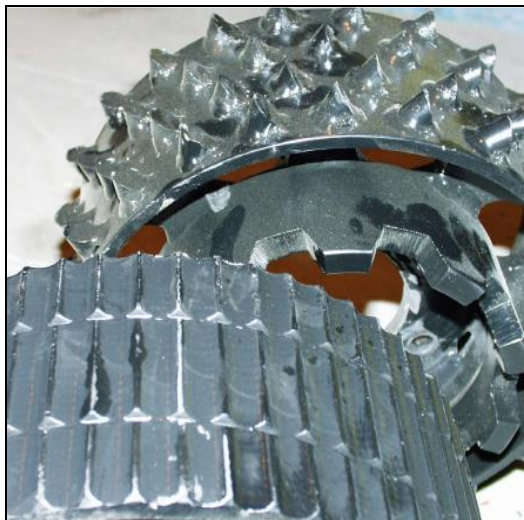
Hlavice pro kácení tenkých stromů z nárostů či plantáží rychle rostoucích dřevin mohou být vybaveny **nožovým kácecím zařízením** s jedním pevným a druhým pohyblivým nožem nebo se dvěma proti sobě se pohybujícími „plovoucími“ noži, u kterých se břity posouvají proti sobě. Nožové kácecí ústrojí je konstrukčně jednodušší a není tak náročné na údržbu jako pilový řetěz. S noži je však možné kácet jen tenčí stromy o průměru do 30 cm. Další jejich nevýhodou je riziko vytrhávání dřevních vláken a deformace dřeva v okolí řezu z nejcennější stromové partie při kácení stromu. Hlavice s nožovým kácecím ústrojím jsou velmi často doplněny zařízením pro uchopení více kmenů v jednom pracovním cyklu. Zařízení bývá již z výroby integrováno do rámu kácecí hlavice nebo je možné jej doplnit do prostoru mezi horní část hlavice a rotátor.

U kácecích hlavic kolových nebo pásových kácečů jsou jako dělicí ústrojí často využívány **pilové kotouče**. Výhodou je jednoduchost jejich konstrukce a snadná údržba. Nevýhodou je robustnost, spojená s více jak dvojnásobným průměrem kotouče vůči tloušťce káceného stromu.

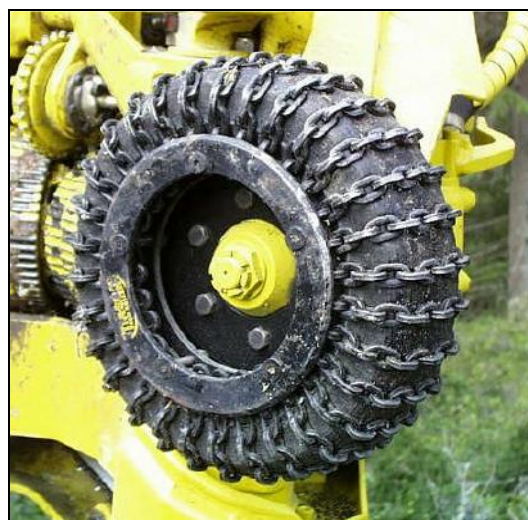
Podávací ústrojí harvestorové hlavice

Hlavním úkolem podávacího ústrojí je protáhnout kmen pokáceného stromu harvestorovou hlavicí. Nejčastěji jsou hlavice vybaveny podávacími válci. Kromě podávacích válců může být podávání řešeno podávacími pásy nebo táhlovým podávacím ústrojím.

Podávací válce mohou být konstrukčně řešeny jako pohyblivé na ramenech - 2 ks (jsou nesené a přitlačovány ke kmeni rameny ovládanými přímočarými hydromotory) nebo jako pevné - 1 nebo 2 ks (jsou umístěny v rámu harvestorové hlavice). Celkem může být harvestorová hlavice vybavena buď 2 (zřídka 4 jako tandem) ks pohyblivých podávacích válců nebo jedním pevným a 2 ks pohyblivých podávacích válců nebo 2 ks pohyblivých a 2 ks pevných podávacích válců. Pro kvalitu zpracování kmene je důležitá konstrukce podávacích válců. Všeobecně lze říci, že se používá dvou typů válců.

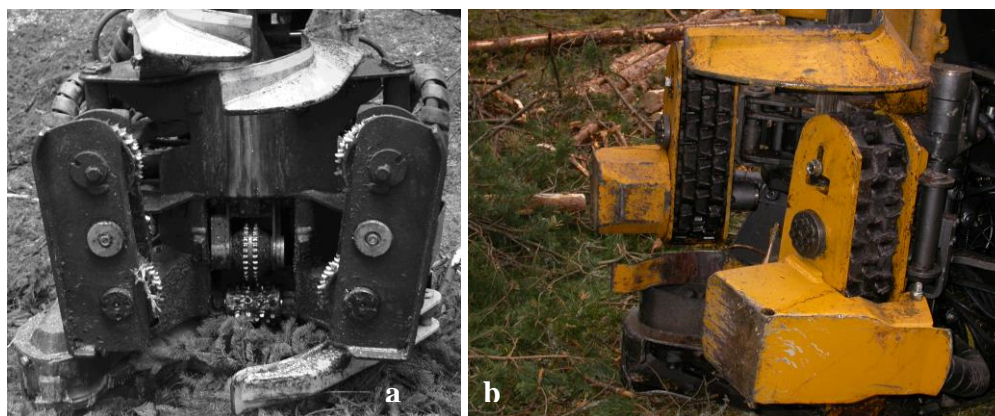


Obr. 4.27. Kovové válce posuvu s přitlačnými hroty a žebrováním



Obr. 4.28. Válce posuvu Tireco opatřené protiskluznými řetězy

Prvním typem jsou celokovové válce, na jejichž povrchu jsou připevněny kónické nebo ploché hroty či žebra. Tento typ válců velmi dobře přenáší sílu posuvu na kmen, ulehčuje opakované odvětvení tlustých větví v blízkosti nožů harvestorové hlavice, má dlouhou životnost. Válce se používají při práci s těžko odvětvitelnými stromy s velkou hmotností a v případech, kdy při dalším zpracování kmenů nevdají stopy ve dřevě, které tyto válce způsobují.



Obr. 4.29. Podávací ústrojí se čtyřmi bočními válci (a), s pásy (b)

Druhý typ válce sestává z ocelové obruče, na které je upevněn pryžový plášť. Na jeho povrchu jsou nataženy ostrohnané protiskluzné řetězy nebo vrstva s přitlačnými hroty. Pryžový plášť je na válcovou obruč nalepen, našroubován, či pod tlakem natažen. Jedná se o flexibilní válce s dostatečným přenosem síly posuvu na kmen. Toto řešení redukuje vliv válců na kmen a snižuje také zatížení harvestorové hlavice při náhlých rázech, což přispívá k prodloužení životnosti agregátu. Harvestorová

hlavice opatřená tímto typem válců má vyšší hmotnost. Válce s pryžovým povrchem jsou k výřezům šetrnější a proto se používají pro zpracování kmenů, u kterých je kladen důraz na kvalitu sortimentu.

Pásové podávací ústrojí je tvořeno dvěma pásy z ocelových článků, které jsou nesené na dvou válečcích. Jeden je poháněn hydromotorem a druhý slouží k napínání pásu. Výhodou, ve srovnání s válci, je větší styčná plocha mezi pásem a kmenem a tím nižší riziko prokluzu kmene, který by se mohl odrazit na přesnosti měřené délky v době mízy. Jejich nevýhodou oproti válcům je vyšší složitost a větší zástavbové rozměry.

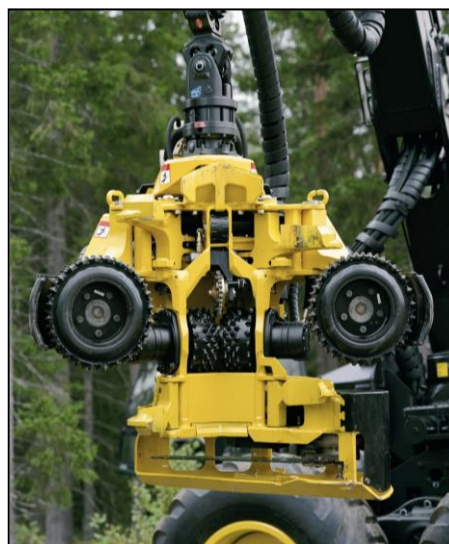
Zejména v závislosti na počtu válců posuvu se rozlišují **dvě základní koncepce harvestorových hlavic**:

Hlavice finského typu mají kompaktnější konstrukci a kratší základní rám. Pro posuv kmene jsou vybaveny čtyřmi válci posuvu. Tento typ hlavic je vhodný pro práci s křivými kmeny i listnatých dřevin; díky kratší délce rámu jsou schopny lépe kopírovat povrch těchto kmenů. Nižší hmotnost těchto harvestorových hlavic také umožňuje jednodušší manipulaci s hydraulickým jeřábem.

Hlavice švédského typu mají robustnější konstrukci a delší základní rám. Pro posuv kmene jsou vybaveny dvěma válci posuvu, které disponují o několik procent větší protahovací silou. Ve srovnání s finským typem harvestorové hlavice dokáží zpracovat kmen s menší tloušťkou. Tento typ hlavic je vhodný zejména pro práci s dlouhými a rovnými kmeny s minimálním počtem nerovností.



Obr. 4.29.1. Harvestorová hlavice švédského typu JD H752



Obr. 4.29.2. Harvestorová hlavice finského typu JD H754

Odvětvování

Odvětvovací nože mají za úkol odvětvit kmen při jeho protahování harvestorovou hlavicí. Konstrukčně jsou řešeny jako pohyblivé (3 nebo 4 ks) nebo jako pevné (1 nebo 2 ks). Horní nože odvětvují při posuvu směrem dopředu, dolní nože odvětvují při posuvu směrem dozadu. Kvalita odvětvění je závislá na geometrii a ostrosti odvětvovacích nožů a nastavení jejich přítlaku, který lze regulovat dle jednotlivých tloušťkových tříd. K překonání křivosti kmene lze nože během protahování pootevřít. V případě silných větví nebo hustých korun lze do řídicího systému nastavit tzv. předodvětvění, kdy si hlavice před provedením krátícího řezu předodvětví předem definovaný úsek (většinou 50 cm), aby si tak vytvořila volnou dráhu bez překážek pro začátek dalšího posuvu.

Měřicí systém harvestorové hlavice

Senzory umístěné na harvestorové hlavici posílají informace do měřicího systému harvestoru. Délka je vyhodnocována na základě informací získaných z impulsátoru připojeného k ozubenému měřicímu kolečku, průměr je měřen na základě rozevření ramen válců posuvu (impulsátor) nebo na základě rozevření horních odvětvovacích nožů (dva potenciometry). Bližší popis je uveden v kapitole 5. Programové vybavení těžebně-dopravních strojů. Harvestorovou hlavicí je možné vybavit řídicím systémem řezání

FlashCut, který dokáže sladit rychlost vyklopení ramene lišty pily s rychlostí otáčení motoru pily tak, že rychlost pohybu řetězu je vždy optimální a tvorba trhlin ve dřevě je omezena na minimum. Měřicí systém je spolu s řídicím systémem podrobně popsán v kap. 5.

Další vybavení harvestorových hlavic

Vybavení harvestorových hlavic může být doplněno zařízením pro barevné značení vyrobených sortimentů, které umožňuje operátorovi harvestoru rozlišit několik rozměrově podobných sortimentů, což usnadňuje a zrychluje práci operátorovi vyvázečím traktoru při jejich identifikaci při vytváření nákladu. Je možné volit jednu nebo dvě barvy, které lze vzájemně kombinovat. Trysky barev jsou umístěny buď ve skříní pily nebo v odvětvovacích nožích.

Systém ošetření pařezů chrání jehličnaté porosty před hnilobou. Používá se močovina a biologické alternativy na bázi specifických hub. Dávkovací zařízení je umístěno v liště pily. K dispozici je také řezací jednotka SuperCut s integrovaným mazáním a napínáním řetězu.

Místo standardní harvestorové hlavičky může harvestor využívat i hlavičku určenou pro sadbu sazenic. Sazenice jsou umístěny v revolverovém zásobníku s volitelnou velikostí schránek (50, 60 a 70 mm). Operátor rozruší a opět částečně ztuhne půdní povrch patkou, která je umístěna pod revolverovým zásobníkem. Poté je z revolverového zásobníku spuštěna do připravené půdy tělem patky sazenice s dávkou závlahy, popř. hnojiva. Výkonnost činí dle pracovních podmínek cca 300 sazenic za hodinu.

4.1.6. Kabina

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. Dle konstrukčního řešení výrobce může být také kabina zavěšena na profilovém rámu, který po nástupu operátora kabinu vyzvedne. 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°). Natáčení kabiny je prováděno otáčecím prstencem, který je uložen na ložisku umístěném na rámu stroje. Na prstenci je instalována kabina. Otáčecí prstěnek je vybaven rotačním hydromotorem a otáčecím soukolím. Vyrovnávání polohy je realizováno ve 4 směrech (dle konstrukčního řešení výrobce do cca 20° na každou stranu). Mezi běžné vyrovnávací systémy patří nivelace kabiny přímočarými hydromotory. Otáčení i vyrovnávání polohy kabiny může být realizováno manuálně nebo zcela automaticky.

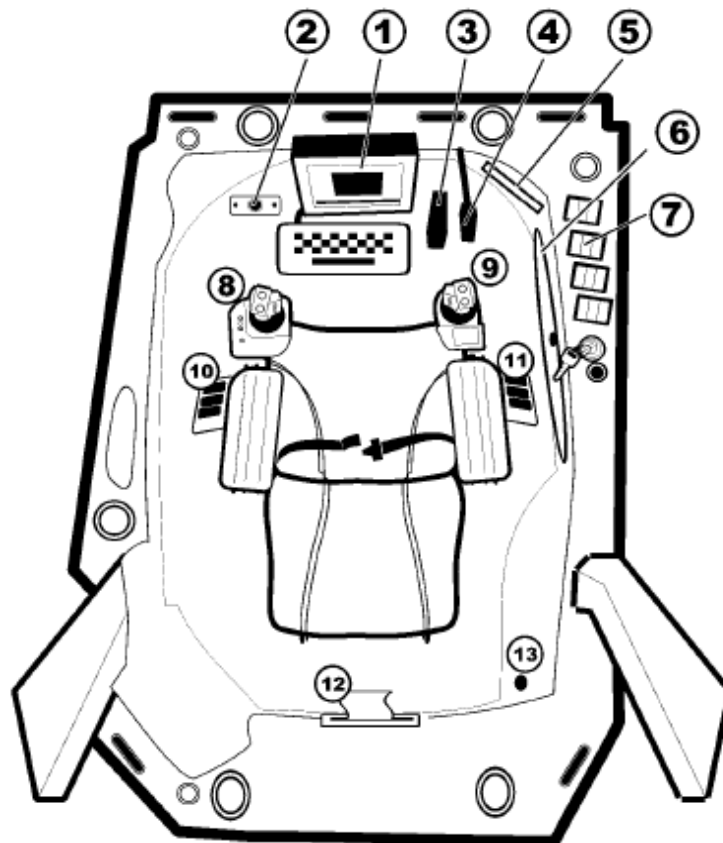
V horní vnější části kabiny jsou umístěna pracovní světla. Kromě kabiny mohou být světla umístěna i v prostoru pod kabinou a na hlavním rameni hydraulického jeřábu. Ve standardní výbavě většiny výrobců jsou světla halogenová, volitelně jsou k dispozici světla xenonová nebo LED. Xenonové osvětlení má 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 hlavičkou jsou ovládány dvěma minipákami, které jsou umístěny na levé a pravé loketní opěrce sedadla. Řídicí páky pracují logicky, tj. čím je páka více vykloněna, tím se zvyšuje rychlost pohybu nebo vysunutí částí jeřábu. Pohyby řídicích pák lze individuálně nastavit dle různých schopností motorické reakce řidičů pracujících se stejným strojem. Velikost a tvar páky by měly ergonomicky odpovídat sevření ruky. V přední části pravé a levé loketní opěrky sedadla operátora jsou také umístěny klávesnice k ovládání činnosti harvestorové hlavičky a dalších funkcí stroje.

Displej měřicího a řídicího systému se ovládá buď klávesnicí a myší nebo dotykově. Další ovladače v podobě prepínačů 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-

ochrana při převrácení traktoru, Falling Object Protective Structure (FOPS) - ISO 8083 - ochrana proti padajícímu předmětu a Operator Protective Structure (OPS) - ISO 8084 - ochrana proti proniknutí předmětů ze stran. Další normy determinují např. výhled operátora z kabiny (ISO 5721), úroveň vnitřního hluku v kabině (ISO 5128) nebo vibrace a rázy (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 brzdou. 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. Stupačky pro vstup do kabiny jsou opatřeny protiskluzným povrchem a mohou být ovládány také hydraulicky. Skla jsou vyrobená z vysoce odolného tónovaného polykarbonátu, jejich vydutí snižuje reflexní odrazy světla. 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. Pro kabiny harvesterů a vyvážecích traktorů jsou pro potřeby schválení technické způsobilosti k provozu na pozemních komunikacích v EU používány normy a směrnice 2006/42/EC, 2014/30/EU, ISO 14982, ISO 11850, ISO 12100, ISO 4413.



1. obrazovka, 2. volič směru jízdy – dopředu/dozadu, 3. brzdový pedál, 4. jízdní pedál, 5. rádio nebo CD přehrávač, 6. pojistkový panel, 7. přístrojová deska, 8. levá ovládací páka, 9. pravá ovládací páka, 10. přístrojová deska – levá opěrka, 11. přístrojová deska – pravá opěrka, 12. tiskárna, 13. 12V/24V vývod

Obr. 4.30. Interiér kabiny harvesteru

Ke standardnímu vnitřnímu vybavení kabiny patří klimatizace. V klimatizačním zařízení obíhá chladicí prostředek pod tlakem přes kompresor, kondenzátor, nádrž, expanzní ventil a odpařovač. V jednotlivých částech dochází ke změně tlaku a teploty chladicího prostředku a tím vzniká chladicí efekt zařízení. V zimním či chladném období klimatizace kabinu naopak ohřívá. 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.

4.2. Vyvážecí traktory

Vyvážecí traktory (též **vyvážče**, či **forwardery**) jsou samopojízdné víceoperační stroje pro soustředování krátkých sortimentů dříví na odvozní místo. Ve většině případů pracují ve skupině s harvestory a tvoří tzv. harvestorové uzly, mohou však být použity i v motomanuálních technologiích lesní těžby. Oblast použití vyvážecích traktorů je zejména při soustředování krátkých sortimentů do 6 m délky, zpravidla uložených podél vyvážecí linky, a to i v náročnějších terénech. Předpokladem jejich efektivního využití je vyšší koncentrace vytěžených sortimentů dříví. K přednostem vyvážecích traktorů náleží vysoká technická produktivita (velká ložná kapacita, dobrá průchodnost terénem), dobré ergonomické a bezpečnostní podmínky pro operátora, flexibilní možnosti třídění a ukládání sortimentů hydraulickým jeřábem, možnost šetrného nasazení díky nízkému specifickému tlaku na půdu, velká světlá výška a průchodnost, minimalizace znečištění dříví při soustředování. I při nízké hmotnosti a velkých dopravních vzdálenostech mají vyvážecí traktory převahu ve výkonnosti nad prostředky pro soustředování dlouhého dříví, rozpětí výkonnosti při vzdálenosti 200 – 400 m: 5,0 m³/h – 12,0 m³/h (průměr 8,0 m³/h).

Základní konstrukční charakteristiky jsou obdobné jako u harvestorů. Podle užitečné nosnosti a základních technických parametrů lze kolové vyvážecí traktory rozdělit na malé vyvážecí traktory (třída I), střední vyvážecí traktory (třída II) a velké vyvážecí traktory (třída III).

Orientační technická data vyvážecích traktorů	Jednotka	I. Malý vyvážecí traktor	II. Střední vyvážecí traktor	III. Velký vyvážecí traktor
Užitečná nosnost	t	3-9	9-13	13-20
Výkon motoru	kW	20-110	110-150	150-210
Šířka	cm	180-230	230-280	280-320
Dosah hydraulického jeřábu	m	4,5-8	7-10	7-10
Hmotnost	t	3-10	10-16	16-25

Tab. 4.2. Orientační členění vyvážecích traktorů do výkonových tříd

Výrobci vyvážecích traktorů využívají k **přenosu hnací síly** několik systémů. Nejjednodušším systémem je mechanický přenos hnací síly. Výhodami mechanických systémů přenosu hnací síly jsou jejich jednoduchost a příznivá cena. Ojedinele jsou používány u malých vyvážecích traktorů třídy I.

Většina výrobců vyvážecích traktorů používá **princip hydrostaticko-mechanického přenosu** hnací síly, takřka totožného s pohonem podvozku harvestorů. K hlavním výhodám tohoto systému patří možnost prostorově úsporného oddělení primárního pohonu a výstupu, dodávka velkého točivého momentu při nízkých otáčkách a absence rizika destrukce systému při jeho přetížení. Bližší popis tohoto systému je uveden v kapitole 4.1. Harvestory. Jedná se o rozšířený systém přenosu hnací síly s jedním centrálním hydromotorem axiálního typu.

Někteří výrobci používají místo jednoho centrálního axiálního hydromotoru, čtyři radiální hydromotory umístěné v každé tandemové nápravě. Společnost Elforest vybavila svoje vyvážecí traktory hybridním hydrostaticko-mechanickým pohonem s elektromotory v kolech. K hlavním výhodám tohoto řešení v porovnání s klasickým systémem řešení pohonu patří snížení spotřeby pohonných hmot až o 25 %. S úsporou paliva je spojeno rovněž snížení emisí takto vybaveného vyvážecího traktoru. K nesporným výhodám tohoto systému pohonu patří i individuální regulace otáček každého z hnaných kol, což umožňuje vyvážecímu traktoru plynulejší průjezd náročným terénem.

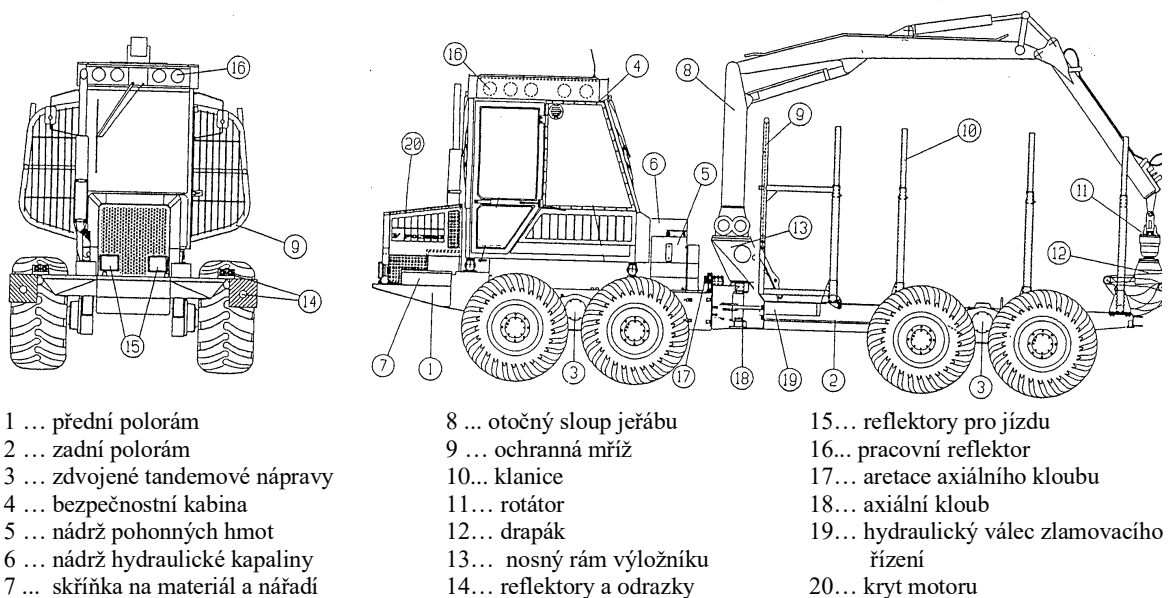
Ve většině případů jsou vyvážecí traktory vyráběny jako kolové na **zlamovacím rámovém podvozku** (zlamovací konstrukce obdobná jako u harvestorů), sestávajícího z předního a zadního polorámu. Méně častá je pro vyvážecí traktory varianta vybavení pojezdového ústrojí pásovým podvozkiem. Polorámy jsou spojené axiálním nebo středovým kloubem a vzájemně vychylovatelné pomocí

hydraulických válců (jako u harvestorů). Přední polorám nese motor, převodové systémy a kabinu, zadní polorám nese ložný prostor (klanice). Vyvážecí traktory mohou být vybaveny hydrostatickou jednotkou řízení Orbitrol, která umožňuje nouzové řízení stroje i po zastavení spalovacího motoru.

Vyvážecí traktor může jet a manévrovat oběma směry, což usnadňuje i otočná sedačka operátora v kabině, nebo otočná kabina. Pro zlepšení viditelnosti při couvání s naloženým ložným prostorem jsou nové typy vyvážeců vybavovány kamerou, snímající prostor za zádi stroje. Vyvážecé mohou být vybaveny čelní radlicí, kterou lze využít ke stabilizaci stroje na svahu, k úpravě povrchu cest včetně shrnování sněhu a příležitostně k přemísťování výřezů. Čelní radlice se též využívají pro přípravu pracovišť a k asanaci škod způsobených při vyvážení sortimentů na OM.

Kolový podvozek vyvážecích traktorů má osazeno 4, 6 nebo 8 kol. Osmikolové podvozky jsou osazeny dvěma tandemovými nápravami, šestikolové jednou pevnou nápravou na předním rámu pod kabinou a jednou tandemovou nápravou na zadním rámu, čtyřkolové podvozky mají k dispozici dvě pevné nápravy. Osmikolový podvozek poskytuje lepší jízdní vlastnosti a větší styčná plocha pneumatik zabezpečuje snížení specifického tlaku na povrch půdy i při vyšší zátěži.

Další varianty kolových podvozků: Někteří výrobci vyvážecích traktorů nabízí možnost natáčení pevné nebo tandemové nápravy. Náprava je natáčena jako celek vůči rámu a zvyšuje celkový úhel zatáčení čímž snižuje poloměr otáčení celého vyvážecího traktoru. Takové řešení zvyšuje manévrovatelnost stroje v terénu. Společnost Ponsse nabízí u svých vyvážecích traktorů montáž pevné nápravy za tandemovou nápravu na zadním rámu stroje, počet kol stroje se tak zvýší na deset. Pevná náprava má u tohoto řešení menší průměr kol než tandemová náprava a je v případě potřeby při jízdě v terénu hydraulicky připojitelná. Dle výrobce tak dochází k podstatnému snížení tlaků pneumatik vyvážecího traktoru na půdní povrch.



Obr. 4.31. Schéma vyvážecího traktoru

Vyvážecí traktory jsou vybaveny **aretací axiálního kloubu**, případně výkyvných náprav pro zvýšení tuhosti podvozku a tím ke zvýšení příčné stability stroje při nakládání a skládání nákladu. Vyvážecí traktory tedy nejsou opatřeny stavitelnými podpěrami, jako je tomu u vyvážecích souprav – to usnadňuje a zrychluje jejich práci.

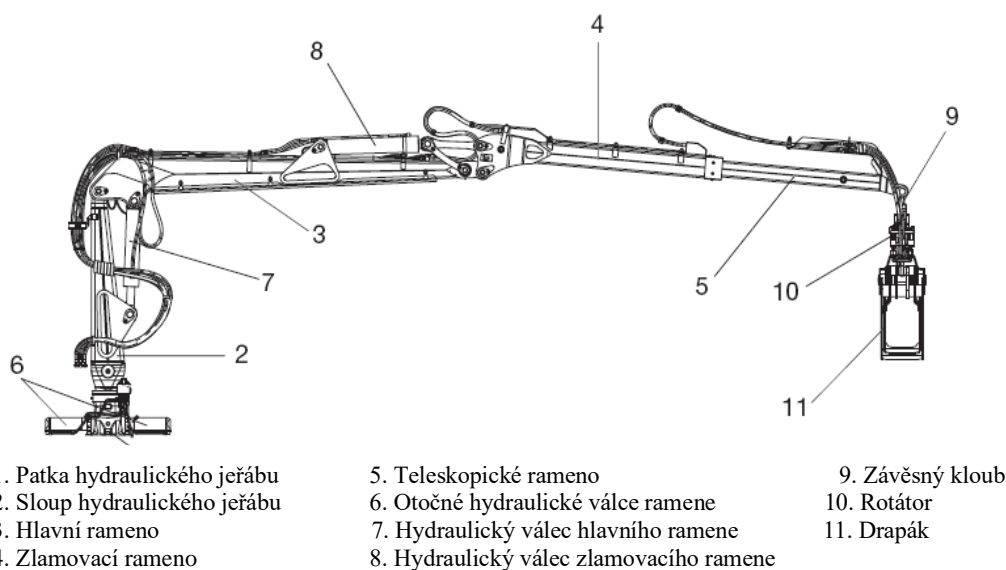
Kolové podvozky mohou být vybaveny **protismykovými řetězy** nebo **kolopásy**. Protismykové řetězy se používají zejména do kamenitých a blátivých terénů pro zlepšení přenosu trakční síly kol na terén. Hlavním důvodem pro používání kolopásů je rozložení hmotnosti stroje na velkou styčnou plochu, tím se zabraňuje zhutňování půdy a jejímu dalšímu poškození. Dalšími důvody jsou: zlepšení záběrových vlastností, snížení prokluzu, snížení valivého odporu až o 80 %, snížení spotřeby paliva, zvýšení nakládací kapacity a zvýšení stability stroje a to jak při jízdě stroje, tak i při práci. Zvýšení svahové dostupnosti a zvýšení bezpečnosti při práci na svazích, nižší opotřebení stroje a pneumatik, méně škod

na zmlazení a mělčí stopa. Z pohledu maximální šetrnosti k lesnímu prostředí lze zdůraznit typ kolopásu ECO-Baltic, který je určen pro mokré, měkké a citlivé podloží. Hladký profil příčniců umožňuje jejich provoz v nárostech. Díky vynikajícímu rozložení hmotnosti chrání kolopásky půdu a kořeny stromů před poškozením.

Kabina vyvážecího traktoru je svými konstrukční prvky obdobná jako u harvestoru. Vnitřní vybavení kabiny vyvážecího traktoru odpovídá specifickým požadavkům kladeným na funkci stroje. Stejně jako u harvestoru je hydraulický jeřáb ovládán z kabiny vyvážecího traktoru dvěma řídicími pákami. Další funkce stroje, jako jsou např. změna velikosti nákladového prostoru, manipulace s čelní mříží, funkce radlice nebo uzávěrka diferenciálu, jsou ovládány pomocí klávesnice umístěné v přední části loketních opěrek u řídicích pák. Progresivní konstrukcí kabin jsou kabiny otočné, umožňující pohodlné a ergonomicky správné ovládání stroje.

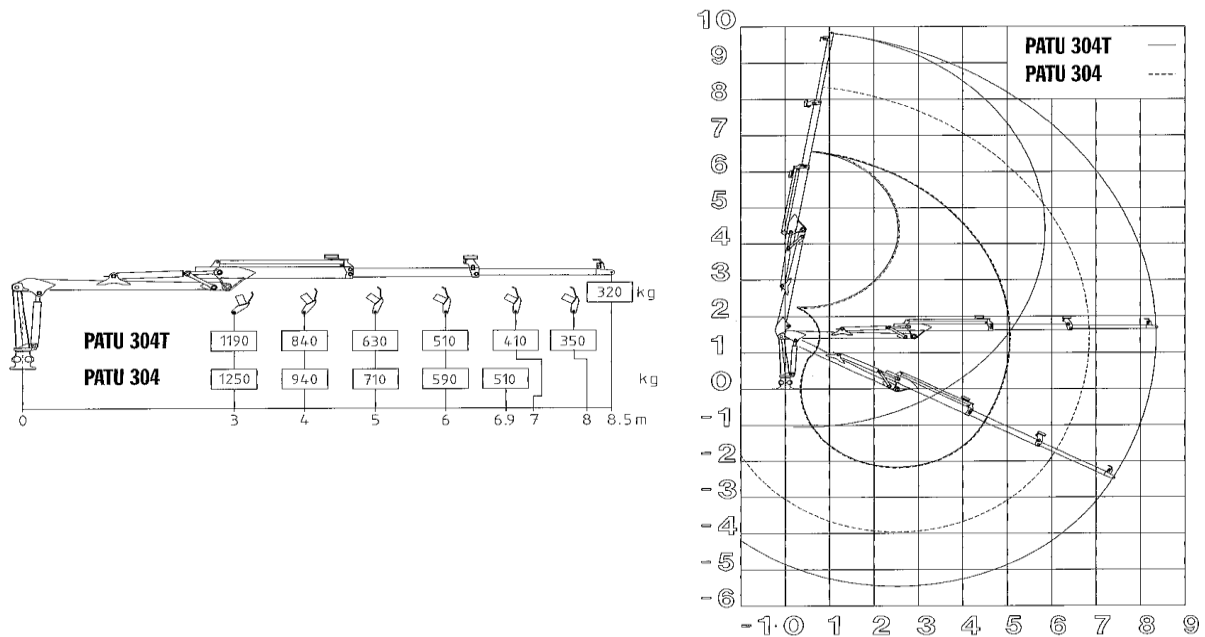
Hydraulický jeřáb vyvážecího traktoru s drapákem je nejčastěji umístěn buď na zadním polorámu v blízkosti středového kloubu, méně často na společném rámu s kabinou. Základními prvky hydraulického jeřábu jsou sloup, hlavní, zlomovací a teleskopické rameno. Dosah hydraulického jeřábu se obvykle pohybuje od 6 do 10 m.

Hydraulický jeřáb vyvážecího traktoru je určen pro jiný typ činnosti než hydraulický jeřáb harvestoru, proto má také jinou geometrii pohybu. Geometrie pohybu hydraulického jeřábu vyvážecího traktoru je přizpůsobena převládající činnosti nakládání a vykládání, tedy pohyb ve vertikálním směru. Hydraulický jeřáb harvestoru naopak pracuje při kácení, krácení a odvětvování zejména v horizontální rovině.



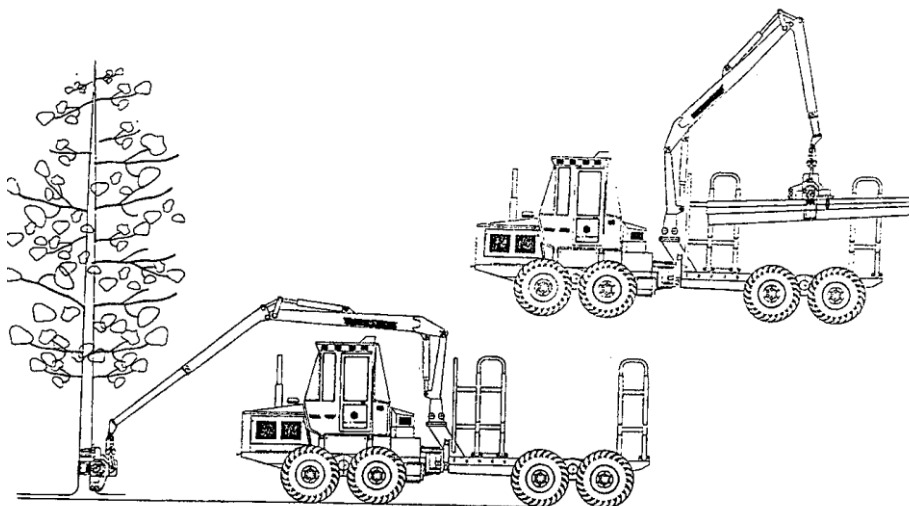
Obr. 4.32. Hlavní části hydraulického jeřábu vyvážecího traktoru s drapákem

Na hydraulickém jeřábu vyvážecího traktoru mohou být kromě klasického drapáku umístěny následující typy zařízení: Drapaková pila s lištou a pilovým řetězem je schopna materiál nejen uchopit, ale za místem uchopení i zkrátit, nedokáže kácet ani odvětvovat. Kácecí hlavice vybavená lištou s pilovým řetězem nebo stříhacími noži dokáže strom pokácet a naložit a při změně uchopení kácecí hlavice i dále zkrátit např. v polovině pro snadnější transport, hlavice nedokáže odvětvovat. Kácecí hlavice tohoto typu bývají často vybaveny zařízením pro uchopení více kmenů.



Obr. 4.33. Diagramy zdvihu a dosahu výložníků (PATU)

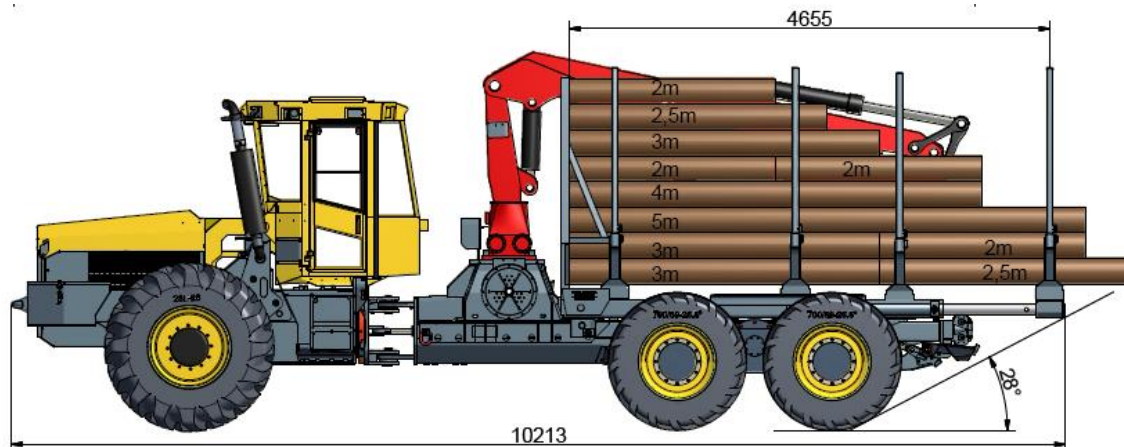
Vyvázeční traktor může být také vybaven klasickou harvestorovou hlavici schopnou kácet, krátit i odvětvovat. V takovém případě je vyvázeční traktor označován jako **harwarder**. Název je vytvořen kombinací anglických slov harvester a forwarder. Vyvázeční traktor vykonává v tomto případě obdobnou funkci jako jednoúchopový harvester, navíc je schopen vyrobené sortimenty sám vyvážet. Uplatnění by tato koncepce strojů mohla nalézt především v prvních probírkách, s malým množstvím těžebního dříví a na malých těžebních plochách, tj. tam, kde je předpoklad, že při jediném průjezdu po lince bude všechno určené dříví nejen vytěženo, nýbrž i naloženo na ložnou plochu stroje a vyvezeno. Jedním strojem je možno zabezpečit těžbu i soustředění dříví, jsou menší investiční náklady, dochází k redukci pojezdů po lince, výrobní proces má menší organizační náročnost, byly předpokládány i nižší provozní náklady. Dosavadní švédské zkušenosti však výrazné snížení výrobních nákladů na těžební práce realizované harwardery nepotvrzují (Erler, 2002).



Obr. 4.34. Harwarder při pracovním nasazení

Nákladový prostor vyvázečního traktoru je vymezen rámem podvozku, klanicemi upevněnými na rámu a opěrnou mříží. Klanice vyvázečních strojů jsou vyhnuty dovnitř ložného prostoru o úhel adekvátní max. příčnému sklonu stroje, aby nezpůsobovaly poškození krajních stromů linky při jízdě stroje v příčném náklonu. Nákladový prostor je kromě délkových rozměrů v mm charakterizován také plochou příčného průřezu v m^2 . Tato plocha se pohybuje od cca 3,5 do 8,0 m^2 . Ložný prostor je

tvořen ochrannou mříží a obvykle 2 x 4 ks klanic. První pár klanic je většinou pevně spojen s ochrannou mříží, další páry mohou být posuvné, aby se lépe přizpůsobily délkám přepravovaných sortimentů. U jednotlivých typů vyvážecích traktorů lze volit z několika různých kombinací šířky a délky nákladového prostoru. U varianty stroje s delším nákladovým prostorem dochází ke zvětšení rozvoru podvozku. Pro provoz na veřejných komunikacích musí mít ložný prostor vyvážecího traktoru poutací zařízení, zabráňující náhodnému vypadnutí některého výřezu – při provozu v lese se však náklad nepoutá. Samozřejmostí pro pohyb na veřejných komunikacích je kompletní osvětlení vozidla (včetně brzdových a koncových světel), které je však pro práci v lese zakryto, aby nebylo poškozováno.



Obr. 4.35. Varianty uspořádání sortimentů při délce nákladového prostoru 4.66 m (Welte)

Při nakládání vyvážecího traktoru musíme vzhledem k jeho užitečné nosnosti brát v úvahu druh nakládané dřeviny, její objemovou hmotnost v čerstvém nebo suchém stavu a rozměrové parametry nakládaných sortimentů. Tabulka níže uvádí rozdíly v hmotnosti nákladu pro dřeviny smrk a buk s různou délkou naložených sortimentů. Plocha příčného průřezu ložné plochy v tomto případě činila 4,5 m², pro výpočet byly použity následující hodnoty. Převodní koeficient objemu kulatiny 0.64, objemová hmotnost čerstvého dřeva smrk 740 kg/m³, objemová hmotnost čerstvého dřeva buk 990 kg/m³. Z tabulky je patrné, že rozdíly v hmotnosti nákladu při naložení rozdílné kombinace sortimentů nebo různých druhů dřevin mohou být značné a může tak dojít při nepozornosti obsluhy k přetížení vyvážecího traktoru. Tato skutečnost se nepříznivě projeví ve zvýšení tlaků vyvážecího traktoru na půdní povrch a ve zvýšeném riziku poškození jednotlivých komponent stroje.

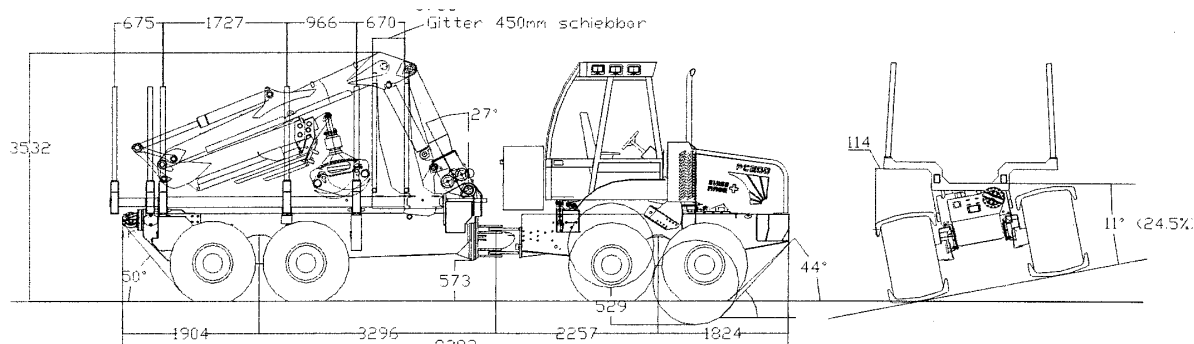
Parametry nákladového prostoru vyvážecího traktoru pak může operátor stroje upravovat v provozních podmínkách přímo v porostu, např. běžně u řady typů vyvážecích traktorů prostřednictvím hydraulicky ovládané předozadně posuvné čelní mříže. Jinou možností operativní úpravy parametrů ložné plochy poskytuje systémem VLS (Variable Load Space) – variabilní nákladový prostor, jímž lze stranově hydraulicky rozšířit nákladový prostor až o 64 cm. Další systém ALS (Active Load Space) – aktivní nákladový prostor je založen na bázi hydraulicky tlumené, rozšířitelné a sklonitelné ložné plochy. Toto řešení umožňuje plynulejší a rychlejší jízdu terénem a redukuje zatížení vyvážecího traktoru. Aby nedošlo k přetížení stroje, je volba VLS nebo ALS doplňována jeřábovou vahou.

Sortiment / Dřevina	SM	BK
2 + 2 m	8 525 kg	11 405 kg
3 + 2 m	10 656 kg	14 256 kg

Tab. 4. 3. Hmotnost nákladu vyvážecího traktoru

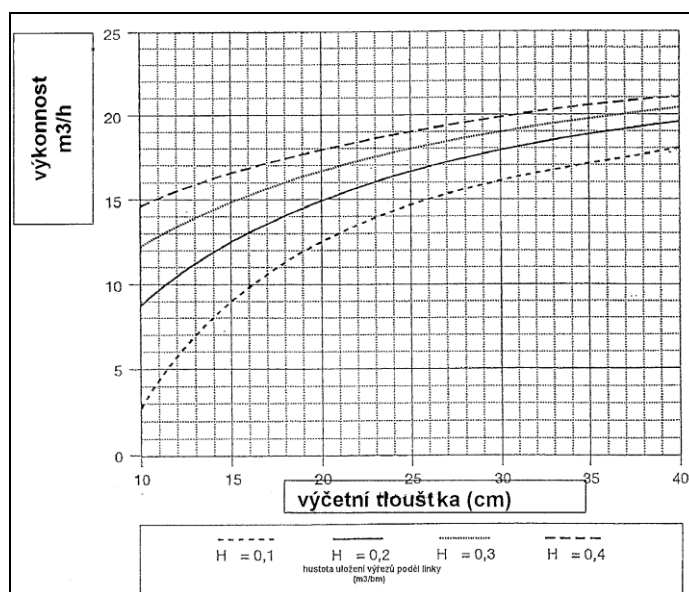
Kromě voleb délky, šířky a plochy průřezu nákladového prostoru vyvážecího traktoru nabízí výrobci jeho doplnění o další pevné nebo otočné klanice, popř. svěrný oplen pro vyvážení celých kmenů. Pro práci kmenovou metodou může být vybavení vyvážecího traktoru doplněno jedno- nebo dvoububnovým navijákem s dálkovým ovládním a zadním sklopným nebo pevným rampovacím štítem. Ve svažitém terénu mohou vyvážecí traktory využít trakční naviják, který dokáže sladit rychlost svého odvíjení s rychlostí pojezdu vyvážecího traktoru. Trakční navijáky některých výrobců

Lze využít i pro těžbu dříví kmenovou metodou. Pojezd a řízení vyvážecího traktoru, např. při práci kmenovou metodou s navijákem, lze realizovat rovněž dálkovým ovládním. Dále mohou být vyvážecí traktory vybaveny čelní radlicí, kterou lze využít ke stabilizaci stroje na svahu, k úpravě povrchu cest včetně shrnování sněhu a příležitostně k přemísťování výřezů.



Obr. 4.36. Vyvážecí traktor Forcar FC 200 se zabezpečovacím navijákem, posuvnými klanicemi a výkyvným ložným prostorem

Nad tyto volby umožňují výrobci vyvážecích traktorů doplnit nebo nahradit nákladový prostor celou řadou nástaveb, jako jsou kontejnerová nástavba pro svážení těžebního odpadu, svazkovač těžebních zbytků nebo hasební nástavba. Dále je možné doplnit na vyvážecí traktor montáž plných kompresních klanic pro svoz těžebních zbytků nebo aplikaci bubnového štěpkovače s vlastním motorem.



Obr. 4.37. Příklad faktorů výkonnosti vyvážecího traktoru



Obr. 4.38. Systém ALS s maximální a minimální plochou příčného průřezu ložné plochy



Obr. 4.39. Variabilita ložného prostoru vyvážecího traktoru (Welte)

4.3. Vyvážecí soupravy

Energetickým prostředkem sortimentních vyvážecích souprav je zpravidla univerzální kolový traktor 4x4 o výkonu do cca 70 kW, výjimečně bývá použit i speciální kolový tahač. Nosná část soupravy je tvořena jednonápravovým přívěsem opatřeným klanicemi a hydraulickým jeřábem s drapákem.

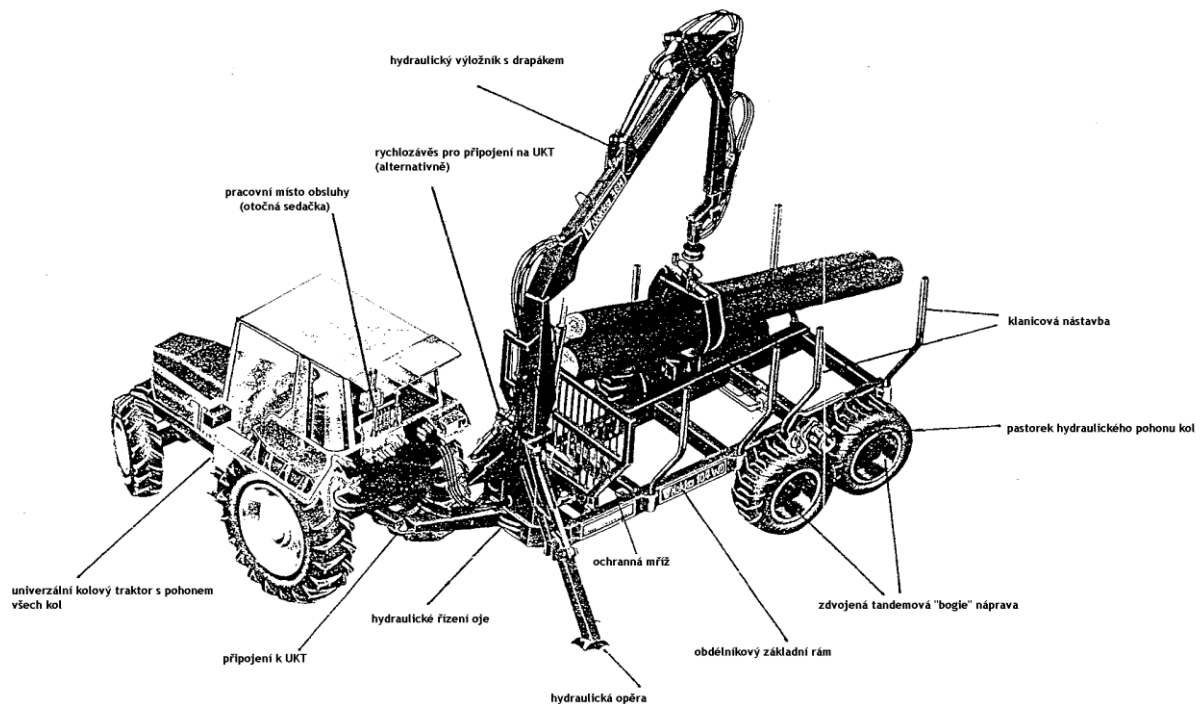
Konstrukce vyvážecího přívěsu je tvořena nosným rámem, který musí odolávat velkým zatížením. U lehčích přívěsů je tvořen páteřovým trubkovým nosníkem, těžší přívěsy jsou však opatřeny tuhým obdélníkovým rámem z ocelových profilů. Podvozek je jednonápravový, většinou je však opatřen čtyřmi koly, neboť bývají použity tandemové nápravy – podobně jako u harvestorů. Nápravy jsou

umístěny v zadní třetině rámu (u některých typů přívěsů však mohou být i podélně přestavitelné – v zájmu lepšího rozložení zátěže mezi přívěs a traktor, čímž je zlepšována stabilita a trakční síla traktoru. Přívěsy s nižší užitečnou nosností jsou dodávány jako nebrzděné, přívěsy s vyšší nosností jsou vybaveny vzduchovými nebo hydraulickými brzdami. Jednodušší typy přívěsů jsou vyráběny bez pohonu kol (tím je však výrazně omezena trakční síla soupravy a její stoupavost a tedy i nosnost). Pokud je přívěs vybaven pohonem kol, může být mechanický od vývodového hřídele traktoru nebo hydraulický s hydromotory v kolech nebo trakčními válečky jako dočasný pomocný pohon. Trakční válečky jsou vkládány hydraulickým válcem zvenjšku mezi kola tandemové nápravy (nutný vhodný dezén pneumatiky). Toto řešení umožňuje zvýšit trakční schopnosti soupravy a překonat obtížnější úseky jízdni dráhy.



Obr. 4.40. Tandemová náprava poháněná trakčními válečky

Připojení přívěsů k traktoru je pomocí oje k závěsu traktoru. Nejjednodušší přívěsy jsou opatřeny jen pevnou ojí. Hydraulicky vychylovatelná (zlamovací) oje a propojení zádi traktoru a oje přívěsu dvojitým hydraulickým válcem usnadňují směrové řízení soupravy včetně couvání. Takové připojení přívěsu je analogií se zlamovacím řízením LKT; úhel vychýlení až 60° (z toho plyne stranová vychylka přívěsu až 70 cm). Některé přívěsy jsou vybaveny i říditelnou nápravou.



Obr. 4.41. Schéma traktorové vyvážecí soupravy

Jeřáb s drapákem jsou hydraulicky poháněny, nejčastěji jsou upevněny v přední části přívěsu za ojí. Stranový dosah výložníku je zpravidla 6,0-10,0 m. Ovládání jeřábu je z kabiny traktoru, u některých typů vyvážecích přívěsů je možné i alternativní ovládání jeřábu z vnějšku stroje.

Přívěs je opatřen hydraulicky stavitelnými teleskopickými nebo výklopnými **opěrami** pro zvýšení stability soupravy při nakládání a skládání nákladu, tzn., že před každým nakládáním i skládáním je nutno spustit podpěry, což je další charakteristický rozdíl oproti vyvážecímu traktoru, který podpěrami opatřen není. Zdrojem tlakového hydraulického oleje pro mechanismy přívěsu může být vnější okruh traktoru, častěji jsou však přívěsy vybaveny vlastním hydraulickým čerpadlem, poháněným vývodovou hřídelí traktoru.

Ložný prostor přívěsu je tvořen 4-8 klanicemi zabudovanými do základního rámu. U některých typů přívěsů je možné upravit dle potřeby podélné rozmístění klanic. Na přední přívěsu je ochranný čelní panel (mříž), zabráňující při brzdění sesunutí nákladu na kabinu řidiče. Vlastní hmotnost přívěsu bývá 1,0-6,5 t, průměrná celková délka přívěsu 5,0- 6,5 m, šířka 1,7-2,8 m, ložná délka přívěsu cca 4,0 m. Velikost nákladu 4-15 t dříví. Oblast použití vyvážecích souprav je především v jednoduchých terénních podmínkách. Orientační hodnota výkonnosti činí cca 6-9 m³.h⁻¹, přičemž nejlépe je soustřeďovat předem vyříděné sortimenty.

K výhodám vyvážecích souprav patří velká flexibilita i při menším množství vyváženého dříví, možnost pohybu po veřejných komunikacích vyšší rychlostí, vlastník stroje je poměrně mobilní, traktor může být použit i pro jiné práce, cca 1/2 úroveň pořizovací ceny ve srovnání s vyvážecím traktorem.

4.4. Rozdíly a společné znaky vyvážecího traktoru a vyvážecí soupravy

Rozdíly v konstrukčních principech

Je třeba rozlišovat **zásadní významový rozdíl mezi konstrukčním principem vyvážecí soupravy a vyvážecího traktoru**, neboť přímo souvisí s technologickým uplatněním obou skupin strojů.

Vyvážecí traktor je speciální kompaktní stroj určený pro nakládání, převoz a skládání dříví; sestává z motorové části a části ložné, které jsou vystavěny na dvou polorámech spojených kloubem, řízení stroje je zlamovací pomocí hydraulického systému, všechna kola stroje jsou vždy poháněna, nosnost vyvážecích traktorů bývá vyšší, než je u vyvážecích souprav.

Vyvážecí souprava je tvořena dočasným spojením dvou jinak samostatných prostředků (traktoru nebo tahače a přívěsu), z nichž každý může být použit individuálně pro jiné účely. Jednoduché soupravy jsou tvořeny traktorem a přívěsem s pevnou ojí, pohon kol na přívěsu není k dispozici nebo jen pomocí hydraulicky poháněného pastorku, doléhajícího mezi kola tandemové nápravy. Dokonalejší konstrukční řešení přívěsů obsahují hydraulicky zlamované oje, které usnadňují a zlepšují nadvádění přívěsu traktorem při jízdě (zejména při couvání). V příznivých podmínkách mohou být účelnou (z hlediska pořizovacích nákladů až o 1/2 levnější) alternativou vyvážecích traktorů, mohou dosáhnout až 90 % výkonnosti vyvážecích traktorů (není to však pravidlem). Doporučený roční objem vyváženého dříví vyvážecími soupravami je 2.000 – 8.000 m³. Vyvážecí soupravy principiálně je sice možno skloubit s harvestory, avšak za předpokladu akceptování jejich nižší výkonnosti oproti vyvážecím traktorům.

Rozdíly mezi vyvážecí soupravou a vyvážecím traktorem z hlediska pohybu:

- u vyvážecího traktoru směr jízdy výrazně neovlivňuje náročnost jeho řízení (zejména je-li nenaložený a není-li tak ovlivněna viditelnost z kabiny)
- u jednoduchých vyvážecích souprav (bez hydraulicky zlamované oje) je couvání po linkách prakticky vyloučeno, směr jízdy výrazně ovlivňuje náročnost jejich řízení (i když jsou nenaložené a není tak ovlivněna viditelnost z kabiny)
- u vyvážecích souprav vyšší technické úrovně (s hydraulicky zlamovanou ojí) je couvání usnadněno, směr jízdy ovlivňuje náročnost na jejich řízení poněkud méně, než u jednoduchých souprav (zejména jsou-li nenaložené a není tak ovlivněna viditelnost z kabiny)

- trakční schopnosti jednoduchých vyvážecích souprav s nepoháněnými koly přívěsu jsou výrazně nižší, než u vyvážecích traktorů nebo souprav vyšší technické úrovně s pohonem všech kol, z toho plyne omezená stoupavost jednoduchých vyvážecích souprav i možnost zvýšeného prokluzu kol traktoru.

Společné znaky vyvážecího traktoru a vyvážecí soupravy

Vyvážecí stroje, tj. soupravy a traktory, označujeme jako sortimentní (též klanicové), neboť slouží pro transport rovnaných sortimentů nebo krátkých výřezů zpravidla do délky 6 m, a jsou k tomu účelu vybaveny klanicovou nástavbou, do které se dříví ukládá celou svojí délkou. Pro provoz na veřejných komunikacích musí mít poutací zařízení, zabraňující náhodnému vypadnutí některého výřezu – při provozu v lese se však náklad nepoutá. Samozřejmostí pro pohyb na veřejných komunikacích je kompletní osvětlení vozidla (včetně brzdových a koncových světel), které je však pro práci v lese zakryto, aby nebylo poškozováno. Za kabinou stroje je čelní panel (mříž, štít), zabraňující při brzdění sesunutí nákladu na kabinu řidiče. U některých typů strojů bývá tento štít posuvný, aby usnadňoval vyvážené uložení nákladu při nakládání výřezů různých délek. Klanice vyvážecích strojů jsou vyhnuty dovnitř ložného prostoru o úhel adekvátní max. příčnému sklonu stroje, aby nezpůsobovaly poškození krajních stromů linky při jízdě stroje v příčném náklonu.

Nakládání a skládání nákladu se u vyvážecích souprav a vyvážeců provádí hydraulickým jeřábem s drapákem. Proto je posádka vždy jednočlenná a soustředování dříví vyvážecími soupravami a traktory patří do skupiny **bezúvazkového soustředování dříví**.

4.5. Údržba těžebně-dopravních strojů

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.

4.5.1. Ochrana životního prostředí

Úroveň ochrany prostředí při těžebních pracích závisí na činnosti operátorů harvestoru a vyvážecího traktoru. Nejviditelnější částí těžební plochy je skládka, která se často používá pro údržbu strojů. Provozovatel technologie tam ponechává servisní vůz s náhradními díly a nářadím a rovněž i nádrže s palivem a barely s olejem. Přímo v lese se manipuluje s velkým množstvím oleje, plastů, atd.. Neopatrnost obsluhy může znečistit půdu a spodní vody na dlouhou dobu. Je nepřijatelné zapříčinit nebo tolerovat úniky paliva a olejů do prostředí. Je nutné pečlivě a pravidelně vizuálně kontrolovat stav hydraulických hadic, trubek a spojů kvůli možnému prosakování a únikům tekutin během práce stroje.

Plocha pro údržbu by měla být situována tak, aby případné odvodnění nebo terénní deprese nevedly k vodotečím. Tato plocha by neměla být blízko cest nebo pěšin. Jestliže je těžební plocha v oblasti ochrany spodních vod, pak plocha pro údržbu strojů musí být umístěna mimo tuto oblast.

Nádrže na palivo a oleje musí být umístěny tak, aby nehrozilo nebezpečí, že spadnou nebo že dojde k jejich proražení. Prázdné nádoby na palivo a oleje, tuby od maziv, atd. se musejí shromažďovat a odstraňovat z lesa na úředně určené sběrné místo pro likvidaci odpadů.

Toxický odpad musí být oddělen od ostatního odpadu, bezpečně skladován v příslušných nádobách a odvezen do podniku na zpracování odpadu. K látkám, které mohou představovat potenciální riziko pro životní prostředí, patří např. oleje, palivo, brzdová kapalina, filtry nebo baterie.

4.5.2. Údržba strojů

Před údržbou stroje je nezbytné provést následující úkony: Zaparkovat stroj na rovném terénu, spustit hydraulický jeřáb a umístit hlavici harvestoru nebo drapák bezpečně na půdní povrch. Pomocí zámku řízení zajistit středové uložení a zajistit parkovací brzdu. Při opravě brzd je nutno zabránit samovolnému pohybu stroje. Otočit klíčem zapalování do polohy vypnuto. Musí-li být údržba provedena při zapnutém motoru, nenechávat stroj bez dozoru. Vypnout vypínač baterie. Při pracích na elektrickém zařízení odpojit kabel od záporného pólu baterie. Nechat vychladnout motor. Seznámit se s postupem údržby před začátkem servisních prací. Dbát na to, aby se v okolí stroje nepohybovaly nepovolané osoby. Mít k dispozici všechny potřebné nástroje a správné náhradní díly.

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. Pokud je prováděna údržba např. v intervalu po každých 2000 mth, musí údržba zahrnovat také úkony v rozsahu denní údržby a údržby vyžadované po 50, 250, 500 a 1000 mth. Úkony zejména pravidelné denní údržby provádí operátor sám, pravidelnou údržbu většího rozsahu bývá nezbytné svěřit autorizovanému servisu výrobce. Operátoři harvestoru a vyvážecího traktoru by měli na stroji **denně provádět** níže uvedené kontroly a údržby:

Denní kontrola a údržba strojů

Kontrola hladiny hydraulického oleje, kontrola hladiny motorového oleje, kontrola chladicí kapaliny, kontrola ukazatele vzduchového filtru, odstranění vody a usazenin z primárního palivového filtru, kontrola stavu a nahuštění pneumatik, kontrola napnutí a upevnění namontovaných řetězů či kolopásů, kontrola čistoty mřížky chladiče, vyčištění a kontrola všech, těsných prostor včetně motorového, ochranného krytu podvozku, atd., zvláště v zimě je důležité stroj vyčistit, aby nepřimrzl sníh nebo nečistoty, kontrola případných závad a trhlin na stroji.

Denní kontrola a údržba hydraulického jeřábu

Optická kontrola konstrukce hydraulického jeřábu, tzn. kontrola těsnosti hadic, spojů, hydraulických válců a jiných konstrukčních prvků, případného mechanického poškození konstrukce jeřábu, promazání tlakovou maznicí podle schématu.

Denní kontrola a údržba harvestorové hlavičky

Kontrola řetězu a příruby lišty pily (ostrost, napnutí, upevnění, stav příruby), kontrola upevnění a stavu senzorů průměru, kontrola čistoty měřicího zařízení délky, kontrola případných průsaků oleje, kontrola funkce mazání, promazání: mezikusu rotátoru, upevnění válce odvětvovacích nožů, uložení odvětvovacích nožů, uložení kácecího kloubu a upevnění válců posuvu, upevnění válců pily, upevnění měřicího kolečka v pouzdru, uložení válců posuvu, uložení válců pro válce posuvu – ramena.

4.5.3. Provozní kapaliny

Nafta

Motorová nafta i bionafta musí splňovat podmínky dle ČSN EN 590 *Motorová paliva - Motorové nafty - Technické požadavky a metody zkoušení*. Dle této normy musí být cetanové číslo minimálně 45, upřednostňuje se cetanové číslo vyšší než 50, zvláště pro teploty pod -20 °C nebo nadmořské výšky nad 1.500 m. Teplota ucpávání filtru (CFPP) musí být alespoň 5 °C pod očekávanou nejnižší teplotou nebo bodem zákalu pod očekávanou nejnižší teplotou okolního prostředí. Mazací vlastnosti paliva musí umožnit průchod trhlinou o maximálním průměru 0,45 mm, měřeno dle normy ČSN EN ISO 12156-1 *Motorové palivo - Odhad mazivosti za použití přístroje s vysokofrekvenčním vratným pohonem (HFRR) - Část 1: Zkušební metoda*. Obsah síry musí být nižší než 0,1 % (1.000 ppm), použití motorové nafty s vyšším obsahem síry může vést ke sníženým intervalům výměny oleje a filtru.

Pokud teploty poklesnou pod -10 °C , je vhodné používat **zimní motorovou naftu**. Zimní motorová nafta má nižší bod zákalu a bod tuhnutí. Bod zákalu je teplota, při které se v palivu začne vytvářet vosk, který způsobuje ucpávání palivového filtru. Bod tuhnutí je nejnižší teplota, při které lze pozorovat pohyb - tok paliva. Použití zimní motorové nafty může snížit výkon a zvýšit spotřebu stroje. V době zimního provozu je vhodné naplnit palivovou nádrž vždy na konci pracovního dne, aby bylo

zabráněno kondenzaci vody a jejímu zamrznutí při nízkých teplotách. Dále je doporučeno udržovat skladovací nádrže co nejplnější, aby se minimalizovala kondenzace. Pravidelně sledovat obsah vody v palivu.

Bionafta

Bionafta je palivo pro vznětové motory na bázi metylesterů nenasycených mastných kyselin rostlinného původu. V České republice se nejčastěji používá k její výrobě olej získaný z řepky olejné. Bionafta musí splňovat požadavky normy *ČSN EN 14214 Motorová paliva - Methylestery mastných kyselin (FAME) pro vznětové motory - Technické požadavky a metody zkoušení*. V současné době musí výrobci paliv povinně přimíchat 5 % bionafty do nafty vyrobené z ropy. Směsi bionafty až do B20 mohou být skladovány a použity do 90 dní od data výroby. Směsi bionafty od B21 do B100 mohou být skladovány a použity do 45 dní od data výroby.

Hlavní **výhody použití bionafty** jsou následující. Při spalovacím procesu lépe shoří a tím snižuje kouřivost motoru, emise polévatého prachu, síry, oxidu uhličitého, aromatických látek a uhlovodíků vůbec. Čistá bionafta není toxická, je biologicky odbouratelná a neobsahuje žádné aromatické látky ani síru. Bionafta je vyráběna z obnovitelných zdrojů. Má vysokou mazací schopnost, tím snižuje opotřebení motoru a prodlužuje životnost vstřikovacích jednotek.

Nevýhody použití bionafty jsou následující. Vysoká energetická náročnost výrobního procesu bionafty. Nepříznivá celková bilance skleníkových plynů v porovnání nafta a bionafta. Při použití 100 % bionafty dochází ke snížení výkonu motoru a zvýšení spotřeby paliva. Možné ucpávání filtrů (při prvním přechodu motoru na spalování bionafty). Bionafta je silnější rozpouštědlo než standardní nafta, rozrušuje tak usazeniny v palivovém potrubí. Možné úniky paliva těsněním a hadicemi. Možné zkrácení provozní životnosti součástí motoru. Při kontaktu s větším množstvím vody vznikají z bionafty mastné kyseliny, které mohou způsobit korozi palivového systému. V případě, že nejsou použita palivová aditiva s obsahem detergentů / disperzních činidel může dojít ke karbonizaci nebo ucpávání vstřikovacích trysek. Možné vytváření kalu a sedimentů. V porovnání s naftou má bionafta nižší stabilitu a kratší možnost skladování (absorpce vlhkosti, oxidace, růst mikrobu).

Aditiva do paliv

Aditiva rozlišujeme na výrobní, která jsou do směsi přidávána výrobcem již během výroby paliva a aditiva povýrobní, která do paliva přidává sám uživatel. Výrobní aditiva pomáhají tomu, aby palivo splňovalo normami požadované parametry. Aditiva pro naftové motory by měla obsahovat následující:

- **Zvyšovače cetanového čísla** - zabezpečují výkon a kultivovaný běh motoru, upravují emise výfukových plynů.
- **Antioxidanty** – zabezpečují zpomalení stárnutí a zlepšují stabilitu nafty.
- **Antikorodanty** - chrání části palivové soustavy proti rezavění, zejména v přítomnosti vody.
- **Detergentní přísady** - čistí horké části motoru od karbonu, zejména zabraňují zanášení trysek.
- **Mazivostní přísady** - zlepšují mazání pohyblivých částí palivové soustavy zejména zabraňují zadírání rotačních a vysokotlakých čerpadel.
- **Antistatické přísady** – zabraňují vzniku statické elektřiny a el. výboji při čerpání.
- **Deemulgátory** – odsazují emulgovanou vodu rozptýlenou v naftě ke dnu nádrže.
- **Baktericidní a bakteriostatické přísady** – potlačují bakteriální rozklad paliva.
- **Depresanty** – přísady zlepšující zimní vlastnosti nafty, zejména její filtrovatelnost za nízkých teplot.
- **Protipěnovostní přísady** – zabraňují přetečení nafty při tankování, zrychlují proces tankování.

Motorové oleje

Motorové oleje jsou používány zejména jako maziva, plní ale také chladicí, těsnicí a čistící funkci. Podle způsobu výroby rozlišujeme tři skupiny olejů: Minerální oleje - vyrábějí se opakovanou destilací olejové frakce získané při frakční destilaci ropy. Polosyntetické oleje - jsou směsí minerálních a plně syntetických olejů. Syntetické oleje - získávají se syntézou jednoduchých

monomerů podobně jako se vyrábějí plasty. Organizace API, SAE a ACEA toto dělení pro jeho nejednoznačnost od začátku 90. let minulého století již nepoužívají.

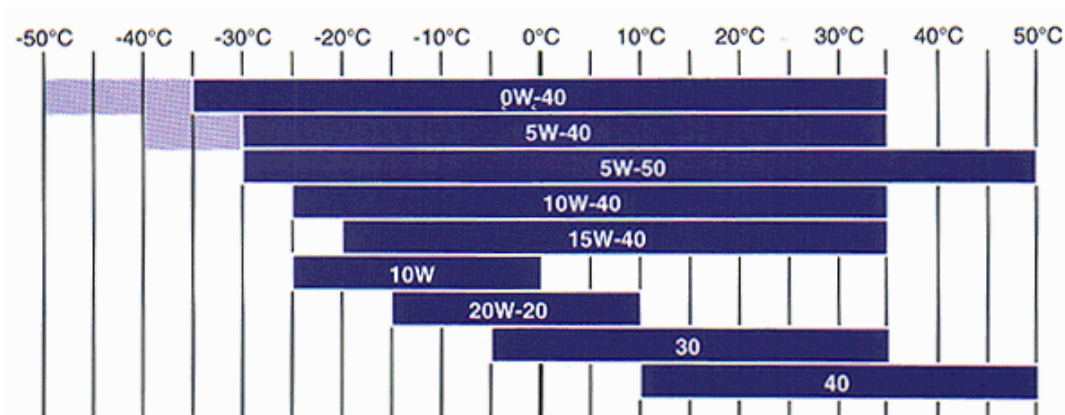
Motorové oleje můžeme hodnotit na základě **viskozity** - míry vnitřního tření, používá se klasifikace SAE - Society of Automotive Engineers (profesní sdružení odborníků z oblasti leteckého, automobilového a dopravního průmyslu). Další možností je hodnocení motorových olejů na základě **adekvátního výkonu motoru**. Většina zemí má v tomto případě vlastní systém norem. V rámci EU je dnes nejrespektovanějším standardem klasifikace ACEA - Association des Constructeurs Européens d'Automobiles (asociace evropských výrobců automobilů)

Viskozita oleje je určena kombinací teploty - čím je provozní teplota vyšší, tím vyšší musí být viskozita použitého oleje (jinak by došlo k neúměrnému ztenčení mazacího filmu a zhoršení mazání), zatížení - čím je zatížení vyšší, tím je vyžadována vyšší viskozita oleje (vyšší viskózní třída) a rychlosti; čím je vzájemná rychlost pohybujících se ploch vyšší, tím musí být viskozita použitého oleje nižší.

Klasifikace SAE rozlišuje 11 viskozitních tříd, číslo popisuje vlastnosti oleje při teplotě 100 °C, písmeno W označuje zimní oleje:

- Letní oleje; třídy 20, 30, 40, 50, 60 - Čím vyšší je číslo letní třídy, tím vyšší může být teplota okolí při zabezpečení dostatečného mazání motoru.
- Zimní oleje; třídy 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W - Čím nižší je číslo zimní třídy, tím nižší může být teplota okolí při zachování tekutosti oleje dostatečné pro snadné spuštění motoru.

Nejpoužívanější jsou vícestupňové celoroční oleje, např. motorový olej SAE 10W-40 odpovídá při nízké teplotě před nastartováním motoru zimnímu oleji SAE 10W a při provozní teplotě letnímu oleji SAE 40.



Obr. 4.42. Doporučené viskozitní třídy SAE motorových olejů podle vnějších teplot (°C)

Klasifikace ACEA rozlišuje několik tříd, příslušná třída je pak doplněna číselným kódem, který označuje jakostní standard oleje.

- ACEA A - zážehové motory
- ACEA B - maloobjemové vznětové motory osobních a užitkových vozů
- ACEA C - maloobjemové vznětové motory s filtrem pevných částic
- ACEA E - velkoobjemové vznětové motory nákladních automobilů (rozvedeno níže)

ACEA E1- Již neplatné od 3/2000

ACEA E2 - Standardní olej, normální intervaly výměny

ACEA E3 - Olej pro vysokou zátěž, možnost prodloužení intervalu výměny (již neplatná)

ACEA E4 - Olej pro extrémně vysokou zátěž, možnost prodloužení intervalu výměny

ACEA E5 - Olej pro vysokou zátěž, možnost prodloužení intervalu výměny

ACEA E6 - Vysoce stabilní oleje podporující čistotu pístů, snižující opotřebení (včetně působením sazí) a zajišťující stálé mazání. Olej je doporučován pro moderní, vysoce zatěžované vznětové motory, splňující emisní limity Euro 1-4.

ACEA E7 - Stabilní oleje zabraňující usazování nečistot na pístech a vzniku zrcadlových ploch na stěnách válců. Omezuje opotřebení (včetně působením sazí), vznik úsad v turbodmychadlu. Olej je doporučován pro moderní, vysoce zatěžované vznětové motory splňující emisní limity Euro 1-4.

Aditiva do maziv

S povrchovým účinkem

- **Detergenty**; zamezují usazování nečistot na površích, případně již vytvořené nečistoty rozpouštějí.
- **Disperzanty**; zabraňují tvorbě usazenin, které se tvoří především za nižších provozních teplot.
- **Zlepšující ochranu proti vysokému tlaku a opotřebení**; chrání před opotřebením ocelové části, které se o sebe třou pod vysokým tlakem (např. ozubená kola).
- **Zvyšující ochranu proti korozi**; vytvářejí na povrchu kovů ochranný film, který zabraňuje tvorbě koroze.
- **Upravující tření**; upravují tření mezi třecími plochami na požadovanou hodnotu.

Olej zlepšující

- **Zlepšující viskozitu**; stabilizují viskozitu maziva, viskozita maziva je méně závislá na teplotě.
- **Snížující bod tuhnutí**; snižují možnost shlukování parafinů v mazivu za nízkých teplot.
- **Chránič elastomery**; zpomalují stárnutí gumových a umělohmotných částí, které jsou ve styku s mazivem (například těsnění).

Olej chránící

- **Zpomalovače stárnutí**; omezují chemickou degradaci maziva, ke které dochází především za vyšších teplot.
- **Deaktivátory kovů**; zabraňují chemickým reakcím probíhajícím na povrchu mikroskopických kovových částíček přítomných v mazivu (ocel, měď).
- **Snížující pěnovost**; potlačují vznik olejové pěny. Intenzivním promícháváním oleje se vzduchem dochází k tvorbě pěny, která urychluje stárnutí maziva.

Chladicí kapaliny na bázi etylenglykolu nebo propylenglykolu.

Chladicí kapalina proudí zařízením, aby ho ochránila před přehřátím a odváděla teplo produkované tímto zařízením do jiného zařízení, kde se využije nebo rozpptýlí. Ideální chladicí kapalina má velkou tepelnou kapacitu, nízkou viskozitu, je chemicky inertní a nezpůsobuje ani nepodporuje korozi chladicího systému. Chladicí kapaliny jsou dodávány s aditivou, která zajistí ochranu chladicího systému proti kavitaci a ochranu kovů (litina, hliníkové slitiny, měděné slitiny, například mosaz) proti korozi.

Pro směšování s koncentrátem chladicí kapaliny na bázi etylenglykolu nebo propylenglykolu se doporučuje destilovaná, deionizovaná nebo demineralizovaná voda. Nesměšujte chladicí kapaliny na bázi etylenglykolu a propylenglykolu, může dojít ke ztrátě deklarovaných vlastností.

Hydraulické kapaliny

Úkolem hydraulických kapalin je 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 oleje. Menší okruhy a méně optimální tvar a velikost retenční nádrže znamenají rychlejší průtoky v poměru k objemu hydraulického oleje. Minimální vůle hydraulicky ovládaných prvků vyžadují, aby byl olej dobře filtrovatelný velmi jemnými filtry a to i za přítomnosti vody. Důsledkem jsou vyšší tlaky a teploty působící na hydraulické oleje, zvyšuje se riziko oxidace, pění, kavitace. Vznikají podmínky pro tvorbu kalů a úsad. Dochází k vyššímu opotřebení ventilů a hydrogenerátoru, je nutná častější výměna blokových filtrů, se všemi důsledky na ekonomiku provozu.

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.

Dle § 32 Zákona o lesích č. 289/1995 Sb. 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 jsou z výše uvedených důvodů používány hydraulické kapaliny na bázi syntetických olejů, které mají vynikající užité vlastnosti a jsou zároveň biologicky odbouratelné. Biologicky odbouratelné oleje je nutno chránit před přehříváním (optimum 70 °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.

Převodové oleje

Hlavní funkcí převodového oleje je mazání. U harvestorů a vyvážecích traktorů se používá v převodovkách, diferenciálech, skříních podvozku, převodovkách nábojů a ve skříní otáčení hydraulického jeřábu. Hlavními požadavky na převodové oleje jsou minimální opotřebením mazaných částí, výborné nízkoteplotní vlastnosti, dlouhá životnost, výborné antikorozi vlastnosti, nízká pěnivost a dobrá snášenlivost s těsnícími materiály.

Mazací tuky

Plastická maziva se používají k mazání nejrůznějších kluzných a valivých uložení, všude tam, kde není možné nebo technicky vhodné použití oleje. Obvykle se skládají ze základového oleje, aditiv a zpevňovačů.

Z aditiv se klade důraz zejména na složky ochrany proti vysokému tlaku a opotřebením, složky ochrany proti korozi a proti stárnutí. Zpevňovač je chemická látka která vytváří mřížkovou strukturu, jejíž prostor je vyplněn olejem, který je v průběhu mazání uvolňován mezi mazané plochy. Přidáním zpevňovače do oleje přestane být olej kapalný a změní se v masť. Zpevňovač reaguje za vysokého tlaku a teploty s povrchem kovu kluzné plochy a vytváří na něm ochrannou vrstvu. Pro aplikaci mazacích tuků se používají pneumatické nebo manuální maznice.

Analýza provozních kapalin

Analýza provozních náplní se sledováním trendů vývoje kvality provozních náplní je jedním z nástrojů tzv. proaktivní údržby, tj. údržby, která se provádí na základě aktuálního stavu stroje, nikoliv na základě předepsaných intervalů údržby. Díky pravidelné analýze provozních kapalin tak mohou být prodlouženy intervaly jejich výměny. Analýza provozních kapalin umožňuje také předcházet situacím, kdy by mohlo dojít k předčasnému opotřebením jednotlivých komponent stroje, snížení výkonu nebo neplánované odstávce celého stroje.

V rámci analýzy provozních kapalin je zjišťována přítomnost vody, pevných nečistot, chladicí kapaliny a paliva v oleji, celkem je sledován stav 26 různých prvků. Majitel stroje si odebírá vzorky sám, na stroji je možné tímto způsobem sledovat 10 - 15 odběrových míst. Každé odběrové místo

dostane při prvním odběru jedinečný kód a tento kód se pak používá při každém dalším odběru k přesné identifikaci vzorku. Výsledky analýzy buď konstatují bezvadný stav, vydají výstrahu nebo doporučení k okamžité výměně.

Motor včetně olejového filtru	28,5 l
Chladicí kapalina	28 l
Převodovka	4,5 l
Náboje kol	2 x 4 l
Diferenciál, zadní	27 l
Diferenciál, přední	12 l
Bogie nápravy	2 x 52 l
Otoč hydraulické ruky	14,5 l
Nádrž hydraulického oleje, po rysku max.	220 l
Hydraulická zařízení vč. olejové nádrže	290
Palivová nádrž	480 l
Nádrž na kapalinu do ostřikovačů	13 l
Nádržka na brzdovou kapalinu	~ 0,5 l

Tab. 4.4. Objemy provozních náplní u harvestoru John Deere 1270D

Filtrace olejových náplní

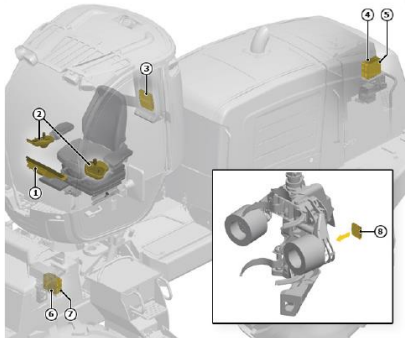
Jednou z možností jak řešit nevyhovující stav provozních olejových náplní je jejich filtrace. Filtrace oleje umožní snížit kontaminaci a prodloužit životnost součástí hydraulického systému. Mobilní filtrační stroje jsou schopny pracovat přímo v lese, v místě, kde se provádí servisní zásah. Zabudované senzory poskytují informace o počtu pevných částic a procentuálním nasycení oleje vodou. Stroje mohou měřit a zobrazovat v 90-ti sekundových intervalech kontaminaci oleje pevnými částicemi dle normy ISO 4406 : 1999 v kategoriích 4, 6 a 14 mikronů.

5. ŘÍDICÍ A MĚŘICÍ SYSTÉMY TĚŽEBNĚ DOPRAVNÍCH STROJŮ

V současné době se ve většině lidských činností začínají stále více uplatňovat různá elektronická zařízení. Ani oblast lesní těžby se tomuto vývoji nevyhnula. Typickým příkladem širokého uplatnění elektronických měřicích a řídicích systémů je zejména vysoce mechanizovaná lesní těžba, založená na harvestorové technologii.

5.1. Řídicí systém

Harvestory a vyvážecí traktory jsou sofistikované stroje s mechanickými, hydraulickými, elektrickými a počítačovými prvky. Vzájemná efektivní součinnost jednotlivých komponent se neobejde bez propracovaného řídicího systému. Informace pro řídicí systém jsou shromažďovány z rozsáhlé soustavy senzorů, které jsou umístěny ve všech funkčních prvcích stroje. Na základě vyhodnocení těchto informací, popř. na pokyn operátora, pak řídicí systém ovládá prostřednictvím elektrických prvků mechanické a hydraulické části stroje. Struktura řídicích systémů harvestorů a vyvážecích traktorů je založena na technologii CAN (Controller Area Network) a distribuovaném řízení. Sběrnice CAN může být rozdělena na několik částí, což, kromě jiného, umožňuje jednodušší a rychlejší diagnostiku stroje. Pomocí CAN sběrnice spolu vzájemně komunikují jednotlivé nezávislé řídicí moduly umístěné na stroji. Jedná se například o řídicí jednotku motoru, modul harvestorové hlavičky, kabinový modul, modul hydraulického jeřábu nebo rámový modul. Většina modulů v systému je identických, v případě poruchy tak mohou být použity k vzájemné výměně. Odpojení jednoho modulu nemá vliv na funkci ostatních. Takové uspořádání systému umožňuje vytvořit v různých situacích přehlednou modulovou strukturu a multifunkční diagnostiku. Programy řídicích systémů pracují v prostředí operačního systému Microsoft Windows, což umožňuje využívat i další standardně používané typy programů, jako jsou textový editor, tabulkový procesor, internetový prohlížeč, E-mail nebo mapové aplikace.



Obr. 5.1. Modulová struktura řídicího systému
3. Kabinový modul, 4. Řídicí jednotka motoru,
6. Rámový modul, 7. Modul hydraulického jeřábu,
8. Modul harvestorové hlavičky



Obr. 5.2. Pracovní režim dotykového displeje měřicího a řídicího systému Rotne D5

Aktuální informace důležité pro operátora zobrazuje řídicí systém v tzv. pracovním režimu na displeji obrazovky v kabině stroje. Je zobrazován stav důležitých prvků systému, popř. překročení mezních hodnot. Jedná se např. o stav brzd a uzávěrek diferenciálů, otáčky motoru, teplota chladicí kapaliny a hydraulického oleje, dobíjecí napětí akumulátoru, hladina PHM, parametry harvestorové hlavičky a hydraulického jeřábu, polohování kabiny, apod. V tzv. režimu nastavení může operátor na displeji obrazovky některé parametry základních funkcí stroje sám nastavovat. Jsou to například rychlost pohybu jednotlivých funkcí hydraulického jeřábu, nastavení parametrů otáčení a vyrovnávání polohy kabiny, úroveň automatiky řezání, přítlak odvětvovacích nožů, úroveň hodnot, při jejichž dosažení má být operátor upozorněn (např. nízká hladina paliva, vysoká teplota hydraulického oleje), apod. Provedené změny v nastavení základních parametrů lze uložit pod konkrétním profilem operátora. Pokud tedy na stroji pracuje více operátorů, může mít každý z nich svoje specifické nastavení funkcí stroje, které se nahraje s profilem operátora na začátku pracovní směny. V režimu nastavení může operátor nebo servisní mechanik provádět také diagnostiku jednotlivých funkčních prvků stroje, např. kontrolu správného fungování senzorů měření, senzorů pily, nebo kontrolu jednotlivých výstupů na řídicím modulu harvestorové hlavičky.

Harvestorové hlavice mohou být vybaveny řídicím systémem řezání. Systém má za úkol zajistit nejvyšší možnou rychlost řezání, tj. optimální přítlak lišty pily ve vztahu k výkonu motoru pily. Systém se používá pro příčné řezy, nikoliv však pro samotné kácení. Na základě informací ze senzorů vyhodnocuje řídicí systém v každém okamžiku informace o otáčkách motoru pily, poloze lišty pily a průměru výřezu a reguluje optimální tlak posuvu lišty pily. Tvorba trhlin ve výřezu je tak omezena na minimum.

5.2. Měřicí systém

Dříví zpracovávané harvestory je měřeno pomocí harvestorové hlavice zavěšené na konci hydraulického jeřábu harvestoru. Měřicí systém harvestoru vyhodnocuje data získaná ze senzorů umístěných na harvestorové hlavici, dále data, která zadá bezprostředně během výroby operátor a data ze souboru 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. Měřicí systémy harvesterů splňují požadavky standardu StanForD – Standard for Forestry Data and Communication, tzn. mezinárodně uznávaného standardu, který je využíván pro optimalizaci výroby harvestorovými technologiemi.

Pokud provádí operátor těžbu, je displej počítače v pracovním režimu. V tomto režimu má operátor k dispozici aktuální informace k právě prováděné těžbě, jsou zobrazovány např. druh dřeviny, kvalita výřezu, délka, průměr a označení právě zpracovávaného sortimentu, přehled o posledních sortimentech, které již byly zpracovány a o sortimentech, které budou pravděpodobně následovat. V režimu nastavení pak operátor zadává např. identifikační údaje k porostu, ve kterém pracuje, v rámci zpracovávané výroby jej pak může dle požadavků zadavatele prací dále rozdělit na několik dílčích částí - bloků, např. dle místních názvů apod., volbou profilu operátora se identifikuje při nástupu na směnu, na konci směny se ze systému odhalšuje, zadává důvody přerušování pracovní doby, volí parametry tiskového výstupu atd.. Tiskový výstup výroby by měl obsahovat identifikační informace k porostu, případné rozdělení výroby do jednotlivých bloků, informace o zpracovateli zakázky, tj. identifikace společnosti, operátora a časového rozmezí provedené práce. Dále pak detailní specifikaci vyrobených sortimentů dle dřeviny, popř. výrobních skupin, informace o celkovém počtu kmenů a jejich hmotnosti, informace o způsobu výpočtu objemu a parametrech kůry. Pokud je stroj vybaven satelitní navigací a odpovídajícím software, může ke každému vyrobenému výřezu přiřadit informace o jeho přesné poloze v porostu prostřednictvím souřadnic systému GPS.

Vyvázeční traktor je možné rovněž vybavit měřicím systémem, který v tomto případě registruje aktuální hmotnost nákladu. Používají se dva systémy registrace hmotnosti nákladu; tlaková čidla jsou umístěna buď na čtyřech bodech pod nákladovým prostorem nebo jsou umístěna mezi drapákem a hydraulickým jeřábem. Měřicí systém registruje jak aktuální hmotnost právě uchopených výřezů, tak celkovou hmotnost dříví v nákladovém prostoru.

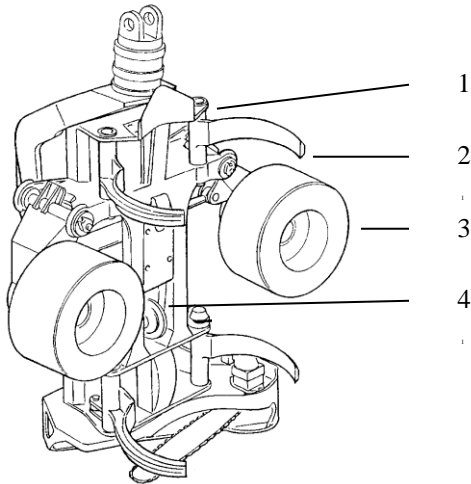
5.2.1. Automatické měření dříví harvestorovou hlavici

Správné a bezchybné fungování harvestorové hlavice je založeno na třech typech senzorů, které zaznamenávají informace o aktuální situaci; impulsátor pro měření délky, potenciometry nebo impulsátor pro měření průměru a indukční senzory pro kontrolu polohy lišty pily.

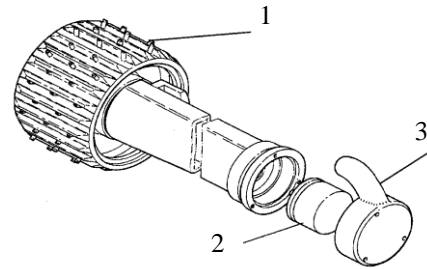
Délka výřezu je měřena na základě odvalování měřicího ozubeného kolečka při posuvu zpracovávaného výřezu harvestorovou hlavici s přesností na 1 cm nebo na základě rotace podávacích válců. Měření délky je prováděno na základě vyhodnocení informací získaných z impulsátoru připojeného k ozubenému měřicímu kolečku. Toto měřicí kolečko je přitlačováno pružinou nebo hydraulickým válcem ke kmeni a při jeho posuvu se odvaluje směrem dopředu nebo dozadu a impulsátor s ním spojený tak předává do řídicího počítače odpovídající počet impulsů. Takto získané impulsy jsou pak v počítači na základě kalibrační hodnoty přepočítávány na délku. Pokud není správně nakalibrován systém měření délky, může v důsledku toho docházet pouze ke kladným nebo k záporným odchylkám. Nedojde tudíž k situaci, kdy je u jednoho výřezu naměřena kladná a u druhého výřezu vzápětí záporná odchylka od skutečné délky.

Průměr (tloušťka) výřezu je získán na základě míry rozevření horních odvětvovacích nožů nebo ramen válců posuvu s přesností na 1 mm. Měření průměru na základě rozevření ramen válců posuvu je

založeno na použití impulsátoru. Měření průměru na základě rozevření odvětvovacích nožů využívá dva otočné potenciometry, které jsou umístěny na zajišťovacích čepech horních odvětvovacích nožů. Potenciometr je elektrotechnická součástka, která slouží jako regulovatelný odporový napěťový dělič. Potenciometry jsou upevněny tak, aby reagovaly na každé otevření nebo zavření odvětvovacího nože, přičemž při otevírání nožů se napětí, které jimi prochází, zvyšuje a při uzavírání se procházející napětí snižuje. Velikost napětí z obou potenciometrů v daném okamžiku je pak rozhodující pro vyhodnocení výsledného průměru, který je vypočítáván jako aritmetický průměr z obou zjištěných hodnot.

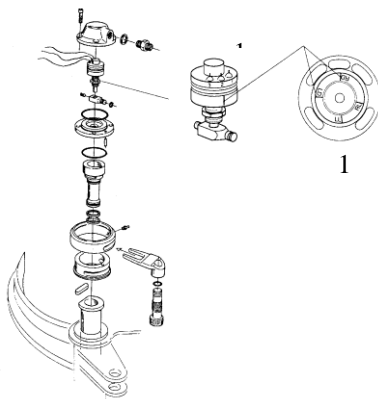


Obr. 5.3. Měřicí mechanismy harvestorové hlavyce
1 - potenciometry pro měření průměru, 2 - horní odvětvovací nože, 3 - podávací válce, 4 - ozubené kolečko se snímačem pulsů pro měření délky



Obr. 5.4. Snímač délek výřezů
1 - ozubené kolečko, 2 - generátor měřících impulsů, 3 - kabel k řídicí jednotce

Na základě změřené délky a průměru spočítá měřicí systém harvestoru celkový **objem** výřezu. Průměr výřezu je měřen v kůře. Jelikož při zpracování kmene nedochází k jeho odkornování, je nutné použít pro výpočet objemu výřezů funkci, která je schopna provést dle naměřeného průměru odpovídající srážku na kůru. Tuto srážku lze stanovovat pro jednotlivé dřeviny samostatně a dvojím způsobem. Nikdy by se však nemělo stát, aby byly aplikovány oba dva postupy. Prvním postupem je srážka na kůru s využitím pásmových hodnot tloušťky kmenů.



Obr. 5.5. Snímač tloušťek výřezů
1 - uzel měřícího potenciometru

Délka/Prů.	140	160	180	200	220	240	260	280	300
340	336	492	527	0	459	446	446	446	446
370	357	522	552	0	481	467	467	467	467
400	377	552	570	0	497	483	483	483	483
430	402	588	608	0	529	514	514	514	514
460	0	0	0	0	0	0	0	0	0
490	422	618	632	0	551	536	536	536	536
520	430	630	645	0	562	546	546	546	546
550	439	642	657	0	572	556	556	556	556

Obr. 5.6. Příklad cenové matice v měřicím systému harvestorů John Deere

V měřicím programu harvestoru je zabudován modul, ve kterém jsou uloženy parametry, určující kolik setin milimetrů bude odečteno jako srážka na kůru, pokud průměr kmene v kůře spadá do určitého průměrového pásma. Počet takto stanovených průměrových pásem lze určit od 1 – 10. Dále je pak možné nastavit přesné hranice mezi jednotlivými pásmy a samozřejmě pak pro dané průměrové

pásmo přesnou srážku. Druhým postupem je srážka na kůru ze dvou parametrických hodnot a srážkového vzorce. Jedna z hodnot určuje především minimální odečet a druhá samotnou progresi velikosti srážky na kůru. Čím větší průměr, tím více je odečteno.

V měřicím systému je možné vybrat několik metod výpočtu objemu výřezu. Klasifikace objemu výřezu může být např. založena na součtu dílčích objemů válců dané tloušťky, na čepovém nebo středovém průměru.

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. K základním zadávaným informacím v ceníku patří název dřeviny a názvy jednotlivých sortimentů, které se budou zpracovávat pro danou dřevinu. Dále se zadávají výrobní skupina (používá se např. při dodávkách více odběratelům), kvalitativní třídy, ve kterých se smí sortiment vyrábět, způsob výpočtu objemu výřezu, přípustné délky a k nim odpovídající průměry sortimentů. Po vytvoření délkových a průměrových tříd je nutné každému poli matice přiřadit buď relativní nebo reálnou cenu. Pokud zůstane cena v některém poli nulová, nebude se sortiment s délkovými a průměrovými parametry, které odpovídají danému poli, vyrábět.

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 v souboru ceník.
- 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 těžný porost průběžně upřesňován.

5.2.2. Ruční měření dříví, třídění a přejímka

Obsluha harvestoru a vyvážecího traktoru zodpovídá za měření, třídění dříví a kontrolu kvality. Pro účely kalibrace měřicího systému harvestoru a přejímky sortimentů dříví je nezbytné umět správně manuálně změřit základní rozměrové parametry jednotlivých výřezů a hrání. Pokud se dodavatel a odběratel nedohodnou jinak, používají se pro kontrolní měření za účelem následného zjištění objemu tato referenční měřidla: Průměr - měřidlo, které je kalibrováno s rozlišovací schopností 1 mm, je pravidelně úředně přezkušováno (minimálně jedenkrát za 2 roky) a umožňuje měření s přípustnou chybou měření $\pm 2,5$ mm. Délka - měřidlo, které je kalibrováno s rozlišovací schopností 1 cm, je pravidelně úředně přezkušováno (minimálně jedenkrát za 2 roky) a umožňuje měření s přípustnou chybou měření $\pm 0,2$ % z naměřené délky (tj. při délce 10 m ± 2 cm). Výsledky kontrolního měření včetně vypočítaných průměrů se nezaokrouhlují.

Celková **délka** výřezu se měří jako nejkratší vzdálenost mezi dvěma čely výřezu. Pásmo musí být vedeno rovně. Délka výřezu se měří v metrech s přesností na 1 cm. Jestliže se uvádí jmenovitá délka, zaokrouhluje se celková délka výřezu směrem dolů na nejbližší stupeň jmenovité délky. Stupeň jmenovité délky představuje nejčastěji 1 m. U výřezů se středovou tloušťkou do 20 cm (bez kůry) se může celková délka po dohodě mezi dodavatelem a odběratelem zaokrouhlit na celé metry směrem dolů. Pro výřezy jehličnatého i listnatého dříví je přídavek (nadměrek) k délce 2 % jmenovité délky. Přídavek k délce se do jmenovité délky výřezu nezapočítává.

Průměr (tloušťka) se udává v cm v celých číslech (údaje za desetinnou čárkou se neuvažují). Průměrka musí být umístěna pod pravým úhlem vůči podélné ose kmene. Středová tloušťka se měří

ve středu výřezu, v určených případech je nahrazena čepovou tloušťkou, která se měří na čepu výřezu. Měří-li se tloušťka v jednom směru, výsledek se vyjádří v celých centimetrech (údaje za desetinnou čárkou se neuvažují). Měří-li se tloušťka ve dvou na sebe kolmých směrech, každé měření se vyjádří v celých centimetrech (údaje za desetinnou čárkou se neuvažují), tloušťka se vypočítá jako aritmetický průměr ze dvou (resp. čtyř) měření. Vypočtený aritmetický průměr se vyjádří v celých centimetrech (údaje za desetinnou čárkou se neuvažují).

Středová tloušťka se měří ve středu jmenovité délky výřezu. U výřezu se středovou tloušťkou do 20 cm se měří (při ručním měření) středová tloušťka jedenkrát v horizontálním směru (rovina měření je rovnoběžná s povrchem země). Jestliže má výřez oválný průřez, měří se středová tloušťka ve dvou na sebe kolmých rovinách. U výřezu se středovou tloušťkou nad 20 cm se měří středová tloušťka ve dvou na sebe kolmých rovinách.

Čepová tloušťka se měří na slabším konci výřezu (na čepu). Použití čepové tloušťky pro účely zjištění objemu měřené kulatiny musí být odsouhlaseno mezi dodavatelem a odběratelem. Postup měření je obdobný jako při měření středové tloušťky.

Tloušťka se měří v kůře nebo bez kůry. Jestliže se tloušťka měří v kůře, použije se pro převod měření v kůře na měření bez kůry tento postup: Pro výpočet objemu výřezu je použita středová tloušťka v kůře a objem výřezu je odvozen podle tabulek, které vycházejí z ČSN 48 0009: Tabulky objemu kulatiny bez kůry podle středové tloušťky měřené v kůře (tabulky rozlišují tloušťku kůry podle jednotlivých dřevin a toto rozlišení je respektováno s výjimkou výřezů MD, které se zařazují do skupiny BO oddenky). Mezi dodavatelem a odběratelem může být dohodnuta i jiná srážka na kůru, o kterou se sníží měřený průměr.

Pro výpočet **objemu výřezu** bez kůry měřeného v kůře se používá následující vzorec:

$$V_{bk} = \frac{\pi}{4} \times (d_{sk} - 2k)^2 \times l \times 10^{-4} \qquad 2k = p_0 + p_1 \times d_{sk}^{p_2}$$

V_{bk} objem v m^3 s přesností na 2 desetinná místa

l jmenovitá délka výřezu v m

d_{sk} středová tloušťka s kůrou v cm

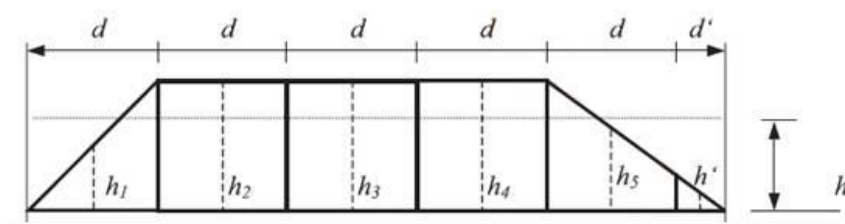
$2k$ dvojnásobná tloušťka kůry

p_0, p_1, p_2 parametry funkce

Dřevina	Parametry funkce		
	P_0	P_1	P_2
SM	0,5772	0,0069	1,3123
BO – kůra	0,2402	0,0019	1,7866
BO – borka	1,7015	0,0088	1,4568
BK	-0,0409	0,1663	0,5608
DB	1,2474	0,0423	1,0623

Uvedeny jsou parametry funkce pro různé druhy dřevin pro výpočet objemu výřezu bez kůry, měřeného v kůře. Objem výřezu je také možné po dohodě dodavatele s odběratelem prací odvodit dle příslušných objemových tabulek.

Při **měření dříví v prostorových mírách** se zjišťuje délka, šířka a výška jednotlivých hrání. Uvedené rozměry se zjišťují s přesností na 1 cm. Šířka hráně (\check{s}) je dána jmenovitou délkou polen nebo jmenovitou délkou dříví standardních délek. Délka hráně (l) představuje nejkratší vzdálenost dvou krajních bodů hráně, měřených u paty hráně. Výška hráně (h). Před měřením výšky se hráň rozdělí na pomyslné sekce. Délka jednotlivých sekcí je 1 m, popř. 2 m při délce hráně nad 10 m. Výška hráně se vypočítá jako aritmetický průměr z jednotlivých měření výšky v polovině délky každé sekce, včetně případně poslední neúplné sekce.



Obr. 5.7. Princip měření hrání (dle Kolektiv, 2002)

$$h = \frac{(h_1 + h_2 + \dots + h_n) + h'}{n \times d + d'}$$

h	výška hráně	n	počet sekcí
$h_1 \dots h_n$	výška sekce	d'	délka neúplné sekce
d	délka sekce	h'	výška neúplné sekce

Dříví musí být řádně uloženo bez příměsi větví, sněhu, atd.. Je nezbytný volný přístup k oběma stranám hráně. Výška hráně může být určena jako průměr z měření výšky obou stran hráně. Požadovány jsou jednotné délky sortimentů a tloušťkové rozpětí ± 10 cm od tloušťky středního kusu. Maximální výška hráně je 3,0 m.

Pro účely **jakostního třídění dříví** se výřezy rozdělují dle dřeviny, rozsahu vad a rozměrů do tříd jakosti označených I. Rezonanční výřezy, výřezy pro výrobu krájené dýhy, II. Výřezy pro výrobu loupané dýhy, jiné speciální výřezy, III. Jehličnaté a listnaté výřezy pro pilařské zpracování, jehličnaté výřezy pro výrobu sloupů, IV. Dříví pro výrobu dřevoviny, dolovina a důlní výřezy, tyčovina, V. Dříví pro výrobu buničiny, desek na bázi dřeva (vláknina) a VI. Palivové dříví. V rámci rozsahu vad se sleduje počet suků a jejich zdraví, charakter trhlin (dřeňové, výsušné, mrazové, ...), dále vady růstu (točivost, sbíhavost, křivost, ...), vady způsobené houbami (měkká, tvrdá hniloba, zamodráni, ...) a napadení dřevokazným hmyzem (mělké, hluboké, ...). Detailní rozpis viz *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice* (2002) v aktuálním znění.

Přejímky sortimentů dříví se provádějí za účasti dodavatele a odběratele prací po jejich vzájemné dohodě v 7 až 30 denních intervalech v závislosti na rychlosti postupu prací. Dříví vyráběné harvesterem a soustředěné vyvážecím traktorem na OM přijímá a číselník vyhotovuje vždy pověřený pracovník dodavatele činnosti na lokalitě OM. V případě, že je při kontrolním příjmu dříví používána značkovácí barva, potom nesmí být stejná jako barva používaná dodavatelem činnosti. Pověřený pracovník objednatel provádí kontrolní příjem (dřevina, sortiment, rozměry, nadměrek) a zkontrolované dříví viditelně označí cejchem. Formálně potvrzuje správnost údajů uvedených na výstupu z měřicího zařízení harvestoru revírník či jiná majitelem lesa pověřená osoba svým podpisem na každém listu záznamu o měření nebo na každém listu číselníku – je-li jím výstup z měřicího zařízení doplněn (sumarizován).

Pro přejímky sortimentů dříví na odvozním místě mohou být využity následující postupy:

- Odběratel prací akceptuje výkaz výroby z harvestoru bez dalších kontrolních měření.
- Odběratel prací akceptuje výkaz výroby z harvestoru doplněný metodami hromadného měření dříví v prostorových mírách. Pak jsou prováděna kontrolní měření na dohodnutém procentu výroby v daných časových intervalech.
- Přejímky sortimentů dříví jsou prováděny pouze metodami hromadného měření dříví v prostorových mírách.

5.2.3. Kalibrace měřicího systému

U měřicího systému harvestoru je vhodné provádět minimálně jedenkrát denně kontrolu měření délky a průměru. Pokud se reálné hodnoty délky a průměru 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. hmotnosti těžebního porostu nebo při opravách součástí harvestorové hlavice nebo měřicího systému. Měření délky a průměru přímo ovlivňuje výsledky výpočtu objemu výřezů. 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 hmotným škodám.

Před kalibrací měřicího systému je vhodné zkontrolovat stav měřicího kolečka pro měření délky, snímače průměru, popř. stav a přítlak odvětvovacích nožů. Pro kalibraci měřicího systému by mělo být použito dat minimálně ze 3 pokácených stromů. Nejprve kontrolujeme naměřenou délku a pak

naměřený průměr. Kalibrace délky a průměru může být provedena samostatně pro každou dřevinu a pro dolní konec kmene. Kalibrace se provádí na oblých, standardních kmenech, bez jakýchkoliv neobvyklých ohybů nebo velkých větví.

Při kalibraci průměru jsou kalibrační body rozloženy v celém průběhu tlouštěk. "Základní křivka" je vytvořena s využitím těchto kalibračních bodů. Pro přepočítání z určité hodnoty napětí na výsledný průměr je pak v konečné fázi využito pouze několik těchto bodů. Z toho plyne, že není možné se spolehnout na přesnost měření harvestoru bez provedené kontroly měření celého průměrového rozsahu. Kontrola přesnosti měření harvestoru by tedy měla postihnout přesnost měření v průměrových pásmech s odstupem cca 50 mm – optimálně pak ve 100, 150, 200, 250, 300, 350 mm, atd., samozřejmě v závislosti na hmotnosti kmenů v daném porostu. Tedy čím hmotnější kmeny se v porostu vyskytují, tím více kontrolních pásem by měla kontrola zahrnovat. Během kalibrace se v případě potřeby může jeden nebo několik kalibračních bodů změnit. Kalibraci se mění o méně než 5 mm na jedno kontrolní měření. Větší korekce provedená najednou může deformovat tvar křivky průměru a učinit kalibraci obtížnější.

Databáze kontrolních měření může být sestavována elektronickou průměrkou nebo ručním zadáváním naměřených výsledků. Systém automaticky vyhodnocuje výsledky během importu dat a doporučuje v případě potřeby kalibraci. Naměřená data jsou při kalibraci automaticky ignorována, pokud je rozdíl mezi zobrazenými a naměřenými daty příliš velký.

Při ručním zadávání naměřených výsledků se data z měření zapisují do tzv. kalibračního výtisku. Jakmile operátor dokončí harvestorem zpracování kmenů, které byly vybrány pro kontrolní měření, zapíše jejich ručně změřené délky a průměry do kalibračního výtisku. Délka se zaokrouhluje dolů na nejbližší celý cm. Horní průměr výřezu se měří do kříže přes kůru. Měřicí systém stroje dokáže zpracovat pouze snižující se průměry, to je nezbytné vzít v úvahu při zadávání naměřených hodnot. Vypočte se střední průměr a údaje se zadají do měřicího systému harvestoru. Po kalibraci by měla udávaná délka a průměr výřezu v měřicím systému počítače odpovídat rozměrům skutečně vyrobeného výřezu.

Kalibraci měřicího systému je nutné provést i u **vyvážecího traktoru**, pokud je vybaven systémem registrace hmotnosti nákladu. Kalibrace snímačů tlaku umístěných na čtyřech bodech pod nákladovým prostorem vyvážecího traktoru se provádí na rovině a s prázdným nákladovým prostorem. Po nastavení nulového bodu systému naložíme referenční náklad se známou hmotností a pokud se hodnota udaná měřicím systémem liší, provedeme kalibraci.

V případě snímačů tlaku umístěných mezi drapákem a hydraulickým jeřábem provádíme nejprve tzv. statickou kalibraci. Statická kalibrace vah tvoří základ pro měření a je obvykle nutná pouze při prvním použití váhy nebo po dlouhé odstávce stroje. Po zadání nulového bodu s prázdným drapákem uchopíme do váhy břemeno předem známé hmotnosti a necháme drapák stabilizovat. Poté provedeme v případě potřeby kalibraci. Dynamická kalibrace je jako nástroj pro spolehlivé výsledky měření důležitější než statická kalibrace. S pomocí dynamické kalibrace je možné snížit nepřesnost vážení způsobenou odlišným typem sil působících během nakládání a vykládání. Dynamická kalibrace musí být provedena s referenčním břemenem známé hmotnosti. Smyslem je provést 20 cyklů naložení a vyložení tak, aby mohl měřicí systém vypočítat součinitel kalibrace pro oba směry ze střední hodnoty jednotlivých pohybů. Součinitel dynamické kalibrace je specifický podle operátora a proto by měla být kalibrace provedena vždy, když s vahou jeřábu začne pracovat poprvé nový operátor. Před započítáním kalibrace je nutné, jako v předchozích případech, resetovat nulový bod váhy.

5.2.4. Přesnost měření měřicího systému harvestoru

Výkaz výroby, který poskytují soudobé verze měřicích systémů harvestorů, plně odpovídá svým obsahem a přesností udávaných parametrů, v případě správné kalibrace měřicího systému, provozním potřebám lesnictví. Případné odchylky v jednotlivých parametrech předávané výroby jsou způsobeny buď lidským faktorem, např. záměrnou nebo neodbornou manipulací s měřicím software nebo specifickými pracovními podmínkami, jako jsou nerovnost kmene, těžba v době námrazy nebo mízy, či práce v kalamitách. Také opotřebení měřicího kolečka délky nebo porucha jednoho ze dvou potenciometrů pro měření průměru může mít vliv na správné stanovení délky a průměru a tím i objemu výroby.

Majitel lesa zná průměrnou **hmotnatost** v porostu, který obhospodaruje. Pokud v tomto porostu bude prováděna těžba dřeva dodavatelským způsobem harvestorovou technologií, pak se majitel lesa setkává se základním problémem, tj. stanovit cenu za službu, kterou přijímá. Základní tři parametry, na kterých je tato cena postavena, jsou přibližovací vzdálenost z paseky na odvozní místo, hmotnatost a druh těžby. Přibližovací vzdálenost je veličina, kterou lze snadno určit jednoduchým změřením průměrné vzdálenosti z místa těžby na OM. Druh těžby je dán – probírka, mýtní těžba. Problém nastává v okamžiku, kdy je nutné určit správnou hmotnatost, především pak v situaci, kdy hmotnatost v porostu dosahuje hraničních hodnot.

Pro určování hmotnatosti je rozhodující počet kmenů a množství vytěženého dříví. Zjednodušeně by mohla být hmotnatost stanovena pouhým podílem těchto dvou údajů. V provozní praxi to však vzhledem k možné aktuální situaci často není přijatelný postup. V porostu, kde nejsou vrcholové zlomy a jednotlivé kmeny nejsou poškozeny bajonetovými vrcholy, je situace jasná – výsledná hmotnatost je skutečně zjišťována jako podíl objemu dříví a počtu kmenů. Zde by měl být počet kmenů započítaných harvestorem stejný, jako počet kmenů skutečně pokácených. Naopak v porostu, kde jsou vrcholové zlomy (příčemž pochopitelně existuje požadavek na zpracování jak stojící části kmenu, tak na zemi ležícího vrcholu), je nutné počítat s tím, že počet kmenů započítaných harvestorem bude vždy vyšší, než počet kmenů skutečně pokácených. Měřicí systémy jsou totiž postaveny na předpokladu, že kmenem je každý kus uchopený do hlavice a rozřezaný na sortimenty, a to bez ohledu na to, jestli se jedná o stojící část kmene nebo ležící vrcholek. Logika tohoto systému je postavena na počtu výkonů. Pro operátora totiž taková situace znamená, že musí nejdříve uchopit stojící část kmene, pokácet ji, zpracovat a poté dojet pro vrcholový zlom, opět jej uchopit a znovu zpracovat. Z pohledu výkonu stroje se tedy nejedná o jeden úkon, ale o dva úkony. Navíc z takových zlomů se většinou vyrobí maximálně jeden dvoumetrový vlákninový výřez, který je pak nejnákladnější vyrobeným výřezem z daného kmene.

Pro stanovení objektivní hodnoty průměrné hmotnatosti by majitelé lesů měli vždy při uzávěrkách porostů s výskytem zlomů brát v úvahu i uvedené skutečnosti.

Praxe ve zjišťování objemů dříví je v současnosti v České republice postavena na mnoha místech tak, že každá ze stran, zúčastněných na těžebním procesu, považuje své metody měření za jediné správné. Dodavatel prací harvestoru požaduje akceptovat výstup měření z harvestoru. Odběratel služeb, většinou vlastník lesa, se odvolává na množství dříví změřené na odvozním místě s využitím přepočtových koeficientů a odběratel dříví, jako jedna ze zúčastněných stran, prosazuje a akceptuje pouze výstupy z elektronické přejímky dřeva ve svém přijímacím skladu na svém vlastním měřicím zařízení. Tím jsou vzájemné dodavatelsko-odběratelské vztahy komplikovány.

V České republice chybí instituce, která by sjednotila systémy měření dříví a která by řešila spory o dodávaném, resp. odebíraném množství dříví a služeb. Příkladem by mohl být švédský systém, kde existuje nezávislá společnost, ve které jsou účastní zástupci všech čtyř hlavních účastníků v obchodu se dřevem – stát, majitelé lesů, dodavatelé služeb (provozovatelé harvestorových technologií, odvozních souprav, atd.) i odběratelé dřeva. Tato společnost pak spravuje měřicí stanoviště, kde dochází k nezávislému měření objemu dřeva. Takto zjištěným objemem se pak řídí veškerá fakturace, probíhající mezi všemi zúčastněnými stranami. Měřicí stanoviště jsou většinou umístěna právě na místě konečného odběratele, ale jsou spravována nezávislou agenturou, která vyvrací všechny pochybnosti o správnosti měření. Výstup z měřicího systému harvestoru pak slouží jako prvotní pracovní podklad pro organizaci transportu dříví z odvozního místa na místo určení.

5.3. Systémy sledování výkonnosti

Průběh pracovní doby stroje a informace o jeho využití a dostupnosti jsou pro vytvoření jakýchkoliv kvalitních nákladových kalkulací nutným předpokladem. Proto výrobci harvestorů a vyvážecích traktorů nabízí i možnost sledovat veškeré výkonové a provozní parametry stroje nezbytné pro tvorbu těchto kalkulací. Pomocí pravidelné kontroly výsledků sledovaných hodnot lze snadno identifikovat změny technického stavu a spotřeby provozních kapalin stroje. Protože jsou veškeré funkce sledovány průběžně, může provozovatel rychle reagovat na jakékoli změny ve výkonu stroje a udržovat tak vysokou produktivitu a ekonomiku provozu ve všech oblastech činnosti stroje. Vyhodnocené údaje

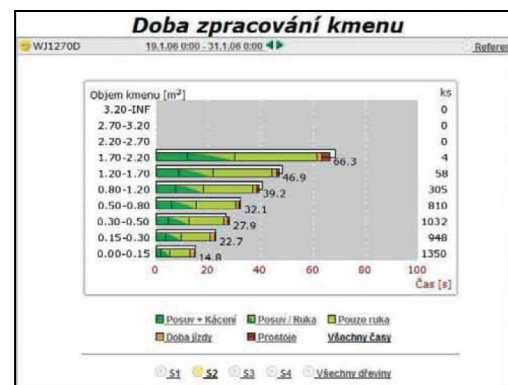
mohou být rovněž využity při výcviku a zaškolení operátorů a při rozvoji jejich pracovních dovedností.

Informace ze senzorů umístěných na stroji jsou shromažďovány pomocí CAN sběrnice. Systém je schopen identifikovat v celkové pracovní době stroje jednotlivé pracovní fáze, jako jsou např. transport stroje, manipulace s hydraulickým jeřábem, kácení, posuv harvestorové hlavice, pracovní přestávky operátora, servis apod. V případě činnosti harvestorové hlavice je k těmto časovým veličinám schopen přiřadit i spotřebu PHM nebo je rozdělit dle zpracovávaných hmotností kmenů

Změna v grafech trendů produktivity nebo spotřeby je prvním příznakem problémů s technickým stavem stroje. Získané hodnoty mohou pomoci monitorovat a zjišťovat výkonnostní a ekonomické ukazatele. Nejdůležitějšími faktory jsou v tomto směru produktivita výroby a podíl fáze výroby vzhledem k celkovému času provozu stroje. Všechny tyto údaje by měly být sledovány pravidelně. Hodinová produkce stroje tak může být odhadnuta vynásobením produktivity výroby (m^3/h) a procentem fáze výroby (%). Jiným důležitým sledovaným prvkem je spotřeba paliva (l/m^3). Nízká spotřeba vypovídá o vysoké produktivitě a dobrém technickém stavu stroje. Výsledky dosažených cílů závisí samozřejmě na mnoha různých faktorech jako je hustota porostu, podíl zastoupení jednotlivých dřevin, hmotnost či náročnost terénu. Výstupy a měření mohou pomoci k odhadu těchto faktorů a k následnému rozvoji pracovních postupů. Špičkový výkon předpokládá optimální nastavení stroje v závislosti na pracovních podmínkách, tj. nastavení tlaku odvětvovacích nožů a válců posuvu, rychlosti posuvu, nastavení parametrů hydraulického jeřábu a pracovních otáček spalovacího motoru. S využitím sledovaných informací lze pro takové nastavení stroje v závislosti na různých pracovních podmínkách nalézt optimální hodnoty.



Obr. 5.8. Rozdělení pracovní doby stroje monitorované programem TimberLink (John Deere)



Obr. 5.9. Jednotlivé fáze výroby monitorované programem TimberLink (J.D.)

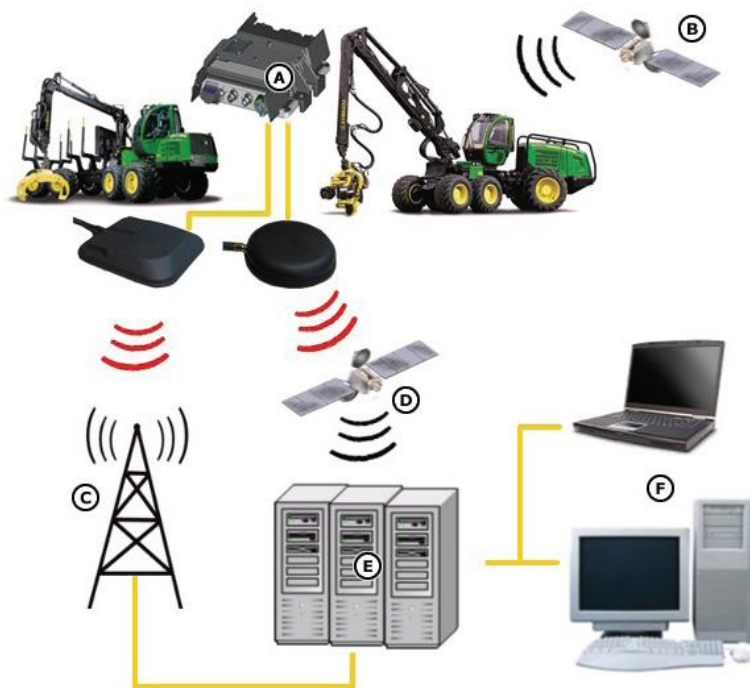
5.4. Telematika

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 nebo vyvážecího traktoru. Systém telematiky u harvestorů a vyvážecích traktorů kombinuje možnosti systému sledování výkonu stroje a globálního systému pro mobilní komunikaci - GSM (Groupe Spécial Mobile), popř. družicového polohového systému pro odlehlejší lokality bez signálu GSM.

Systémy sledování výkonu strojů nabízí pouze větší výrobci harvestorů a vyvážecích traktorů, vycházejí však vždy ze stejných konstrukčních principů. Systém GSM je nejrozšířenějším standardem pro mobilní telefony na světě, v současnosti jej používá více než 5 miliard účastníků ve více než 200 zemích světa. Z družicových polohových systémů je v současné době využíván zejména systém GPS (Global Positioning System), což je vojenský globální družicový polohový systém provozovaný Ministerstvem obrany Spojených států amerických. Pro zvýšení přesnosti a dostupnosti družicového polohového systému je možné v současné době využívat zároveň i systém GLONASS (Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema), což je globální družicový polohový systém provozovaný ruskou armádou. V roce 2020 by měl být plně funkční i evropský projekt družicového polohového systému Galileo.

Proces telematické komunikace může vypadat následovně. Modulární telematický hardware (A) využívá signál GPS (B) při stanovování skutečné polohy stroje. GPS data a skutečná provozní data stroje jsou spojována v ovladači modulární telematické brány. Informace jsou pravidelně odesílány přes mobilní síť GSM (C) nebo volitelně přes satelitní síť (D) do datového serveru společnosti poskytovatele služby (E). Data jsou následně zpracována a zpřístupněna v programové aplikaci, do které lze vstoupit pomocí osobních komunikačních nástrojů (F).

Možnosti využití telematického systému jsou široké. Majitel stroje může např. na dálku získávat informace o aktuální poloze stroje nebo o jeho pohybu v terénu v určitém časovém období, informace vztahující se k diagnostice servisních parametrů a k chybovým hlášením harvestoru. Telematický systém poskytuje možnost provádět počáteční diagnostiku, kontrolovat diagnostické chybové kódy nebo přeprogramovat sběrnice CAN a ovladače stroje, který je vzdálen mnoho kilometrů v terénu. Dálková diagnostika pomáhá servisním mechanikům při přípravě na servisní zásah u majitele stroje a snižuje náklady a čas potřebné pro odstranění problému. Příslušným osobám je možné automaticky posílat prostřednictvím elektronické pošty nebo zprávy SMS upozornění při překročení předem zadaných parametrů stroje. Upozornění se mohou týkat porušení bezpečnosti, chybových kódů stroje nebo obecných informačních upozornění pro obsluhu, např. nízký stav paliva. Dále může majitel stroje získat např. informace k celkové spotřebě paliva nebo ke spotřebě dle jednotlivých pracovních operací, informace k parametrům provedené těžby, její poloze v terénu, apod. Systém také umožňuje detailně sledovat činnost operátora během jeho pracovní doby.



Obr. 5.10. Princip telematické komunikace (John Deere)

Příklad využití systému GPS při těžbě

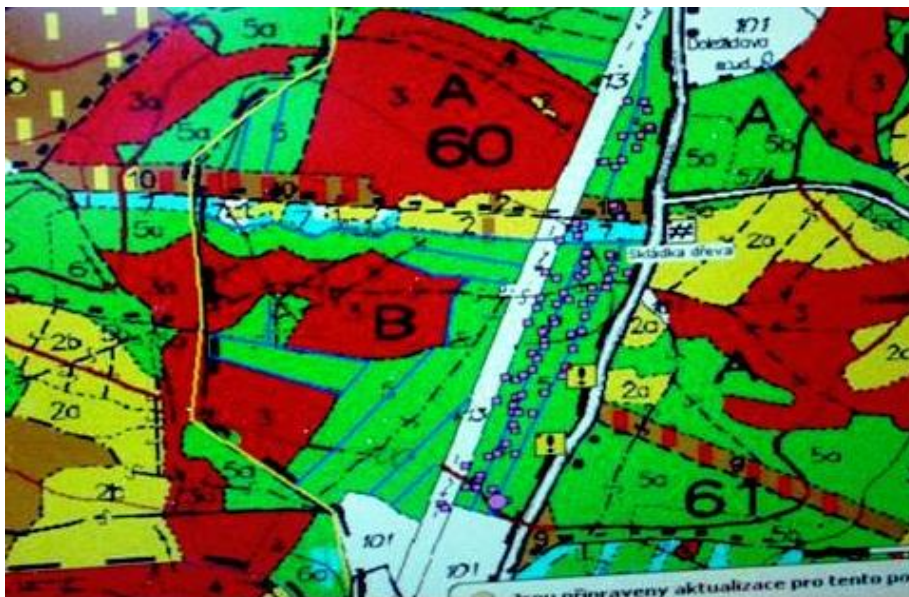
- Majitel stroje přijme od odběratele požadavky na výrobu sortimentů a zadá je do měřicího systému harvestoru.
- Správce lesa v digitální porostní mapě vytýčí s ohledem na situaci v porostu vyvážecí linky (stoupání, klesání, vodní toky, bažiny, atd.), které pak není nutné vyznačovat v porostu; všechny linky mají stejný směr a stejnou vzdálenost.
- Harvestor při výrobě ukládá v elektronické podobě informace o vyrobených sortimentech včetně souřadnic ze systému GPS pro každý vyrobený výřez.
- Na konci pracovního dne odešle výrobní data prostřednictvím sítě GSM majiteli a operátorovi do vyvážecího traktoru.

- Vyvážecí traktor přijme data z harvestoru a jeho operátor si na jejich základě naplánuje optimální vývozní plán. Vyvážecí traktor nemusí v zimě následovat okamžitě za harvestorem, aby vše vyvezl, protože i výřezy sortimentů skryté pod sněhem jsou zobrazeny na přehledném displeji. V lese tak již nezůstávají zapomenuté výřezy.
- Majitel stroje předá svému odběrateli nebo přepravci GPS souřadnice jednotlivých skládek dříví na OM.
- Majitel stroje nebo přepravce si na základě potřeby různých sortimentů organizuje dodávky hotových sortimentů svému odběrateli.
- Majitel stroje má okamžitý přehled o poloze své techniky v porostu a o velikosti již zpracované plochy.

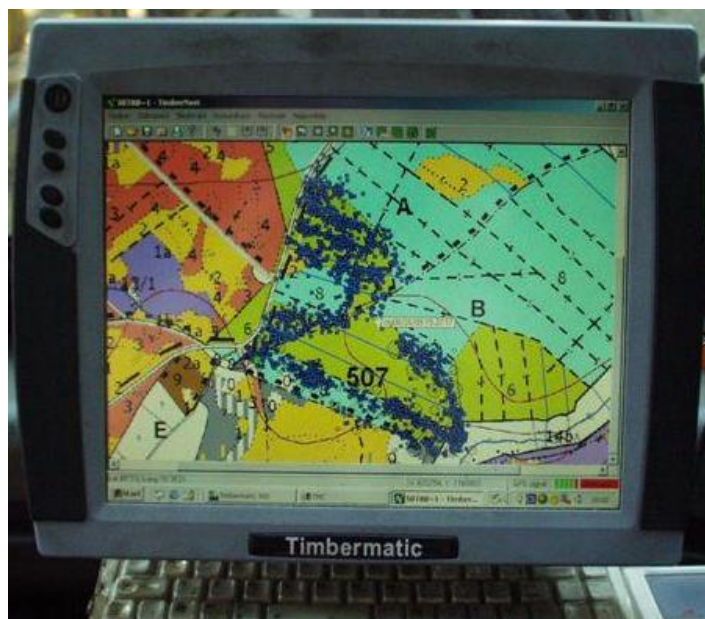
Celý proces toku dříví by měla řídit jen jedna organizace (v zahraničí jsou to vždy státní lesy), jednotlivé články procesu mohou být zadávány službově. První článek procesu = plánování těžeb musí být koncipován na základě tzv. logistických těžebních projektů, kde z hlediska jeho organizace a přenosu dat vykonává těžební práce jedna konkrétní firma. Současná praxe u zahraničních státních lesů: Finské a švédské státní lesy - kompletní přenos dat pomocí satelitních technologií včetně grafického znázornění lesních skládek pro odvozní firmy. Rakouské spolkové lesy - přenos dat pomocí SMS, dořešují se varianty kartografického satelitního přenosu lesních skládek pro odvozní firmy.

Navigace těžebně dopravních strojů podle GPS s pomocí digitálních porostních map

Systém řízení technologie lesní těžby realizované těžebně dopravními stroji umožňuje s výhodou využívat digitálních porostních map, do nichž jsou vyznačeny vyvážecí linky, po nichž se mají stroje pohybovat (obr. 5.11.). Tyto mapy jsou nahrány do paměti palubních počítačů a při práci strojů systém GPS vyznačuje skutečnou (aktuální) pozici stroje, případně do mapy vyznačuje i uložení vyrobených sortimentů. Pomocí takto aktualizované mapy pak může pracovat vyvážecí traktor, jehož operátorovi vyznačená umístění jednotlivých sortimentů v porostu (obr. 5.12.) usnadňují práci a umožňují optimalizovat postup vyvážení. Další funkcí tohoto systému, jak už bylo řečeno i výše, je možnost kontroly činnosti strojů příslušnými subjekty.



Obr. 5.11. Vyznačení vyvážecích linek do digitální porostní mapy a záznam pohybu harvestoru. Čtverečky znázorňují skutečná pracovní postavení harvestoru, který postupuje po modře vyznačené vyvážecí lince na PC v harvestoru. Spodní větší kroužek – postavení harvestoru při přestávce.



Obr. 5.12 Na monitoru palubního PC v harvestoru je v kroužcích znázorněna poloha uložených sortimentů pro přenos do forwarderu (John Deere 810D). Tam kde kroužky již nejsou – sortimenty jsou již vyvezeny na OM.

6. PLÁNOVÁNÍ TĚŽBY DŘÍVÍ TĚŽEBNĚ DOPRAVNÍMI STROJI

Tok dříví od pařezu ke zpracovatelskému závodu ve správných sortimentech a dřevinách a v pravý čas by měl být co nejvíce plynulý. Pouze tímto způsobem lze efektivně a rentabilně zabezpečit požadavky odběratele na dodávky určitého sortimentu. Zásoba porostů vybraných k těžbě by měla být taková, aby mohly být získávány všechny požadované sortimenty v plánované roční době. Proto je při plánování těžeb a dodávek dříví nutno využívat zásady logistiky.

6.1. Kritéria výběru porostů vhodných pro harvestorové technologie těžby

Výběr porostů má zásadní vliv na výslednou míru poškození porostu i na ekonomickou efektivnost zásahu. Tato kapitola specifikuje technologické podmínky pracoviště, umožňující nasazení harvestorových technologií.

6.1.1. Členitost terénu

Při posuzování členitosti terénu je pro nasazení harvestorových technologií těžby důležitá velikost překážek (vyvýšeniny a prohlubně) a vzdálenost mezi nimi.

Tabulka č. 6.1. obsahuje švédský systém klasifikace terénů vhodných pro nasazení harvestorových technologií těžby. K výšce vyvýšenin a hloubce prohlubní jsou přiřazeny možné vzdálenosti mezi nimi. V tabulce je taktéž porovnán systém švédské klasifikace s běžnou terénní typizací ÚHÚL.

Vyvýšeniny (navršená zemina, kamenitý povrch, roztroušené bloky kamenů) a prohlubně v první třídě jsou průjezdné bez snížení rychlosti, při větších hloubkách již s ohledem na velikost a četnost překážek s přiměřenou opatrností operátora s ohledem na stabilitu a pevnost konstrukce harvestoru či vyvážecího traktoru. Se vzrůstajícím sklonem svahu se vliv překážek stává více výrazným.

Charakteristika členitosti terénů vhodných pro nasazení harvestorové technologie						
Třída	Vyvýšeniny (cm)		Prohlubně (cm)	Vzdálenost mezi překážkami (m)		Průjezdnost harvestorem a vyvážecem
	Švédsko	ÚHÚL ČR	Švédsko	Švédsko		
1	0 - 15	terény bez překážek (UKT do 30 cm, SLKT do 50 cm)	0 - 20	> 20	jednotlivé	bez snížené rychlosti
2	16 - 25		21 - 40	11 - 20	řidké	se sníženou rychlostí
3	26 - 40	41 - 60	6 - 10	méně husté		
4	41 - 60	61 - 90	2,6 - 5	husté		
5	> 60	terény s překážkami		0 - 2,5	vícečetné	

Tab. 6.1. Systém švédské klasifikace terénů vhodných pro nasazení HT

6.1.2. Únosnost podloží

V typologické klasifikaci ÚHÚL je za hraniční tlak mezi únosnými a neúnosnými terény považován tlak 50 kPa ve stopě dopravního prostředku (tlak odpovídající boření se lidské nohy). Při nasazení harvestorových technologií je v tomto případě rozhodující tlak vyvážecího traktoru, který je po vyvážecích linkách nucen projet několikrát. Z hlediska snížení tlaku na půdu je vhodnější 8 kolové provedení vyvážecích traktorů s použitím kolopásů na jednotlivých nápravách. V tabulce č. 6.2. jsou uvedeny orientační hodnoty tlaku na půdu u různých vyvážecích traktorů John Deere v 6 a 8 kolovém provedení, bez kolopásů a s kolopásky. Při jízdě bez nákladu nepřekračuje zadní náprava tlak 50 kPa. S nákladem je tato hranice překročena vždy i při použití kolopásů. Proto je na neúnosných terénech vhodné nasazovat harvestory pouze za příznivých podmínek (zámraz, déletrvajícím suchem). Z tabulky je patrné, že kolopásky a větší šířka pneumatik účinně snižují tlak na půdu, a proto je žádoucí jejich použití na málo únosných terénech.

Měrný tlak na půdu u vyvážeců									
Charakteristika vyvážedce					Bez nákladu		S nákladem		
Značka	Podvozek	Šířka pneu		Nosnost (t)	přední (kPa)	zadní (kPa)	přední (kPa)	zadní (kPa)	zadní (kolopásky) (kPa)
		přední (mm)	zadní (mm)						
John Deere 1110 D	6w	600	600	11	71	37	71	100	63
		700	700		62	32	62	90	55
	8w	600	600		54	37	54	100	63
		700	700		47	32	47	90	55
John Deere 1410 D	6w	600	600	14	78	40	86	118	68
		700	700		67	35	74	101	60
	8w	600	600		59	40	65	118	68
		700	700		51	35	55	101	61
John Deere 1710 D	6w	700	650	17	67	40	74	120	68
		700	750		67	35	74	105	61
	8w	650	650		56	40	60	120	68
		750	750		49	35	53	105	61

Tab. 6.2. Tlak na půdu u vybraných vyvážecích traktorů John Deere (sytě šedá pole – tlak do 50 kPa, světle šedá pole – tlak do 100 kPa, tj. tlak srovnatelný s tlakem UKT Horal vybaveného lesnickou kompletací)

Únosnost půdy je charakterizována terénním typem, do kterého lze s jistou nepřesností zahrnout edafické kategorie ze souboru lesních typů. Tyto edafické kategorie je možné orientačně roztrdit do několika skupin podle únosnosti dané zrnitostním složením půdy a ovlivněním vodou. Tabulka č. 6.3. je vytvořena kombinací obou třídění. V případě nepříznivých podmínek pro nasazení harvestorů bude riziko poškození půdy v jinak shodných porostech nižší v porostu s únosnější edafickou kategorií. Obecně velmi dobrou únosnost mají edafické kategorie charakteristické vyšším obsahem skeletu, který účinně rozkládá tlak prostředku na půdu (J, X, Y, Z, C, N, A, F).

Orientační členění edafických kategorií podle únosnosti											
Edafická řada			extrémní		obohacená vodou			podmáčená	rašelinná		
			kyselá		oglejená						
			živná								
			obohacená humusem								
Únosnost	Sklon (%)	Terénní typ	Únosnost								
Únosné	< 26	11, 12, 13			D,H,I	U	L,O,V	P,Q			
	26 - 40	14	A,C,J,F,N,X,Y,Z	B,K,M,S							
	> 40	15	A,C,F,N,X,Z								
Neúnosné	< 26	21, 22, 23				U	L,O,V	P,Q	T,G	R	
	26 - 40	24	J,Y								
	> 40	25									
S překážkami	< 26	31, 32, 33									
	26 - 40	34	A,C,F,N,X,Z								
	> 40	35									

Tab. 6.3. Orientační členění edafických kategorií podle únosnosti

6.1.3. Sklon terénu

Harvestory i vyvážecí traktory mají svou konstrukcí danou svahovou dostupnost. Pro oba druhy strojů je mnohem nebezpečnější příčný sklon terénu; nebezpečí převrácení stroje je proto třeba předcházet již při trasování linek. Obecně platí, že **příčný sklon linky by neměl přesahovat 10 %**. Vliv sklonitosti terénu pro nasazení harvestorů zachycuje tabulka č. 6.4. Za bezproblémové lze považovat svahy, které vyjede harvestor bez použití uzávěrky diferenciálu a na kterých při zabrzdění neklouže ze svahu při

kácení stromu. Nastane-li taková situace, lze považovat další provoz harvestoru za riskantní a je lépe počkat s jeho nasazením na příhodnější podmínky (sucho).

Vliv sklonu na nasazení harvestorů						
Terénní typ	11, 21, 31	12, 22, 32	13, 23, 33	14, 24, 34	15, 25, 35	
Sklon (%)	0 - 8	9 - 15	16 - 25	26 - 40	> 40	
Trasování linek	trasování linek bez ohledu na svah		trasování linek po svahu			
Typ podvozku harvestoru	Rozsah použití kolových podvozků (v závislosti na stavu podloží)			(za sucha)	(za sucha na skelových pódách)	(na krátkých svazích) 60 - 80 %
	Rozsah použití kolopásových a pásových podvozků			50 - 60 %		

Tab. 6.4. Vliv sklonu svahu na nasazení harvestorů

6.1.4. Věk těženého porostu

Věk porostu souvisí s dimenzemi stromů v porostu a jejich rozstupem (sponem). Harvestory se ve většině případů pohybují pouze po linkách, mezi kterými se nachází pracovní pole o šířce ca 20 m. Jsou však známy i technologické postupy s větším rozstupem pracovních linek, kdy se harvestor pohybuje uvnitř pracovního pole.

Aby v těchto případech nedocházelo k nadměrnému poškození porostu, je nutné dbát na ponechání volného prostoru po stranách stroje. Z šetření zaměřeného na šíření hnilob vyplynulo, že nebezpečí poškození kmene hnilobou hrozí, jestliže se toto poškození nachází do vzdálenosti 0,5 m od kmene. Žádný ze strojů proto nelze použít pro pojezd uvnitř pracovního pole při respektování užitých výchovných modelů, jestliže po zásahu zůstane více než 1 450 stromů na 1 ha. Při dodržení výchovných modelů není možné stroje použít uvnitř pracovního pole v porostech mladších 40 let.

6.1.5. Těžené dřeviny a jejich dimenze

Harvestorové hlavice jsou konstruovány zejména pro jehličnaté dřeviny. Velmi dobře se zpracovává smrk, u starších borovic jsou však v korunách tlusté větve a dochází k problémům při protahování kmene odvětvovacími noži. Proto jsou v tomto případě vhodné hlavice se 4 protahovacími válci. Tyto hlavice mají kratší rám a lépe se přizpůsobí tvaru kmene. U všech dřevin práci komplikuje rozdělení kmene. Z tohoto hlediska nejsou pro harvestory výhodné porosty s vyšším zastoupením křivých a rozdělených stromů.

Pravá část tabulky č. 6.5. obsahuje i orientační hodnoty objemu středního kmene. Barevně jsou rozlišeny hmotnosti do 0,49 m³, 0,5 až 0,99 m³ a 1 až 1,49 m³.

Úřez hlavice (cm)	Výčetní tloušťka (cm)				Objem středního kmene do (m ³ s k.)											
					Vzrůstový stupeň 1				Vzrůstový stupeň 2				Vzrůstový stupeň 3			
	SM	BO	BK	DB	SM	BO	BK	DB	SM	BO	BK	DB	SM	BO	BK	DB
35	25	28	27	26	0,6	0,7	0,8	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5
45	31	36	35	33	1,0	1,3	1,5	1,2	0,9	1,1	1,2	1,0	0,8	1,0	1,0	0,9
47	32	38	37	34	1,1	1,4	1,6	1,3	1,0	1,3	1,4	1,1	0,9	1,1	1,1	0,9
54	36	43	42	39	1,5	1,9	2,2	1,7	1,4	1,7	1,9	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3
55	37	44	43	39	1,5	2,0	2,3	1,7	1,4	1,8	1,9	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3
60	40	48	47	42	1,8	2,4	2,8	2,1	1,7	2,2	2,3	1,8	1,5	1,8	1,9	1,5
62	41	50	48	44	1,9	2,6	3,0	2,2	1,8	2,3	2,5	1,9	1,6	2,0	2,1	1,7
64	43	51	50	45	2,1	2,7	3,2	2,3	1,9	2,5	2,6	2,0	1,7	2,1	2,2	1,8
65	43	52	51	46	2,1	2,8	3,3	2,4	2,0	2,5	2,7	2,1	1,7	2,2	2,3	1,8
70	46	56	55	49	2,4	3,3	3,7	2,8	2,2	2,9	3,1	2,4	2,0	2,5	2,6	2,1
72	47	58	56	50	2,6	3,4	3,9	2,9	2,4	3,1	3,3	2,5	2,1	2,6	2,8	2,2
75	49	60	59	52	2,8	3,7	4,2	3,1	2,5	3,3	3,5	2,7	2,2	2,8	3,0	2,3

Tab. 6.5. Závislost mezi úřezem hlavice, výčetní tloušťkou a objemem středního kmene

Tabulka č. 6.6. zobrazuje členění harvestorových hlavíc podle objemu středního kmene, který je harvestor schopen pokácet jedním řezem. U objemu středního kmene je dodrženo členění dle skupin hmotností používaných u LČR, přičemž skupina 1,00+ je rozčleněna podrobněji.

Při používání obou tabulek nelze zapomínat na skutečnost, že je uváděn střední objem kmene. Harvestor musí být schopen pokácet i nadúrovňové stromy. Proto u mýtních těžeb doporučujeme používat při práci s tabulkami objem kmene nadúrovňových stromů. V žádném případě nelze používat pouze údaj z hospodářské knihy u starších LHP, kdy dochází ke změnám v dimenzích stromů vlivem růstového procesu.

Objem středního kmene (m ³ s k.)	Vhodnost harvestorové hlavice dle maximálního úřezu (cm)																																															
	SM							BO							BK							DB																										
	35	45	47	55	60	62	65	70	72	75	35	45	47	55	60	62	65	70	72	75	35	45	47	55	60	62	65	70	72	75	35	45	47	55	60	62	65	70	72	75								
Vzrůstový stupeň 1	-0,29	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A									
	-0,49	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							
	-0,69	N	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A							
	-0,99	N	N	A	A	A	A	A	A	A	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	A	A	A	A	A						
	-1,49	N	N	N	A	A	A	A	A	A	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	N	A	A	A	A	A	A					
	-1,99	N	N	N	N	A	A	A	A	A	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A				
	-2,49	N	N	N	N	N	A	A	A	A	N	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	N	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	N	N	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A			
-3,00	N	N	N	N	N	N	A	A	A	N	N	N	N	N	N	N	A	A	A	A	N	N	N	N	N	N	A	A	A	A	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
Vzrůstový stupeň 2	-0,29	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A					
	-0,49	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			
	-0,69	N	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			
	-0,99	N	N	A	A	A	A	A	A	A	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
	-1,49	N	N	N	A	A	A	A	A	A	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
	-1,99	N	N	N	N	A	A	A	A	A	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
	-2,49	N	N	N	N	N	A	A	A	A	N	N	N	N	N	A	A	A	A	A	N	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	N	N	N	N	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	
-3,00	N	N	N	N	N	N	A	A	A	N	N	N	N	N	N	N	A	A	A	N	N	N	N	N	N	N	A	A	A	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
Vzrůstový stupeň 3	-0,29	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
	-0,49	N	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
	-0,69	N	N	A	A	A	A	A	A	A	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
	-0,99	N	N	N	A	A	A	A	A	A	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	-1,49	N	N	N	N	A	A	A	A	A	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	-1,99	N	N	N	N	N	A	A	A	A	N	N	N	N	N	A	A	A	A	A	N	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	N	N	N	N	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	-2,49	N	N	N	N	N	N	A	A	A	N	N	N	N	N	N	N	A	A	A	N	N	N	N	N	N	A	A	A	A	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
-3,00	N	N	N	N	N	N	N	A	A	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Tab. 6.6. Vhodnost harvestorových hlavíc dle úřezu (cm) pro třídy hmotností u hlavních dřevin (A – vhodné, N – nevhodné)

6.2. Organizace a logistika krátkodobého plánování těžby dříví harvestory

Krátkodobé plánování zahrnuje časový úsek zhruba 1 roku. Pro úspěšné plánování je třeba zjistit nutné provozní údaje a provést následující opatření:

6.2.1. Povinnosti zadavatele prací

- Organizace by měly odhadnout těžební potřeby podle předpovědí požadavků poskytnutých zpracovatelskými společnostmi.
- Zjistit celkový objem dřeva pro těžbu dle převládajících hmotností na základě předpisu hospodářského plánu. Přitom se musí respektovat profil a půdní podloží porostů, tj. sklon, druh a stav pojízdnosti podloží. Pro pojízdnost těžebně-dopravních strojů musí být únosnost půdy nejméně 5-7 % CBR.
- Zjistit stav přístupových cest k probírkovým porostům. Je třeba přezkontrolovat jak stávající vyvážecí linky, tak i odvozní cesty.
- Určit počet sortimentů, které mají být vyrobeny s ohledem na požadavky trhu. Vyšší počet sortimentů než tři způsobuje při odkládání dříví v porostu potíže a snižuje se tím i výkonnost stroje.
- V závislosti na ročním období a mimořádných těžebních úkolech (kalamity) mohou mít provozovatelé strojů naplněny své těžební kapacity s 1 až 6 měsíčním předstihem. Proto je nutné ve vhodném (včasném) termínu vykonat prohlídky porostů pro dodavatele prací, vyhodnotit jejich nabídky a uzavřít smlouvu.
- Zajistit vyznačení linek a stromů k těžbě, případně vyznačení nadějných jedinců, kteří nesmějí být pokáceni a musí být přednostně chráněni před poraněním.
- Dříví těžené ve vlhkém / letním období by mělo být rychle dopraveno do zpracovatelského závodu a nemělo by dlouho zůstat na skládce. Během tohoto období by doprava od pařezu

k odběrateli měla optimálně trvat jen několik dní, až maximálně dva týdny. Dříví těžené v suchém / zimním období může zůstat ležet delší dobu.

6.2.2. Povinnosti provozovatele těžebně-dopravních strojů

- Praktická realizace programu těžebních prací je modifikována podle potřeby dříví. Potřeba dodávek dříví se během sezóny mění s požadavky trhu. Provozovatelům strojů vzrůstá jak produktivita, tak roční využití strojů, je-li těžba během roku rovnoměrně rozložena. Jedním z cílů plánování je znát, pokud možno předem, těžební program pro stroje i jejich operátory.
- Pro podnikatele s jedním nebo dvěma řetězci strojů by měla být těžební oddělení plánována minimálně měsíc předem. Měsíční program je členěn do logických řad těžebních jednotek / celků, aby byly splněny veškeré těžební úkoly. Denní těžební objemy se odhadují předem.
- Těžební bloky by měly poskytnout několikadenní práci pro jeden těžební řetězec. Minimální objem těžebních prací v jednom bloku by se měl pohybovat od ca 1000 m³ v probírkách až po 3000 m³ v mýtních těžbách. Dobré plánování redukuje neproduktivní strojový čas a přesuny strojů. Obvykle jsou oba stroje přemístovány na stanoviště společně, dle potřeby však mohou být dopravovány i jednotlivě. Přesuny po vlastní ose stroje by neměly být delší než 20 km. Pracovní program rovněž ovlivňují opravy strojů a dovolená personálu.
- Techniku by měli používat jen řádně proškolení operátoři. Finanční prostředky vložené do školení operátorů se několikanásobně vrátí v nižších nákladech na provoz stroje (údržba, práce se strojem) a ve vyšším výkonu operátora. Zapracování operátora může trvat v závislosti na jeho schopnostech 6 až 12 měsíců. Teprve poté je vysoká šance, že operátor bude pracovat šetrně k lesnímu prostředí.
- Po prohlídce porostů by měl provozovatel strojů zvolit vhodný typ stroje dle terénu a hmotnosti těžených stromů.
- Při práci strojů v porostu by měl být kladen důraz na bezeškodný průběh těžebních prací.
- Cena zakázky se odvíjí od nákladů na provoz stroje a parametrů zakázky, tj. terénní charakteristika, těžená hmotnost, vyvážecí vzdálenost, počet sortimentů, množství náletu, atd.
- Pro včasné splnění zakázky je třeba rozhodnout o směnovém využití stroje. Jako nejmenší počet směn na den jsou pokládány dvě směny. Ve skandinávských zemích se pracuje často ve třech směnách s ohledem na ergonomické zatížení operátorů.
- Zajistit servis k odstranění malých i velkých oprav na harvestoru a vyvážecím traktoru.
- Zajistit náhradní zaměstnání řidičů v případě oprav nebo nevhodného počasí.

6.2.3. Společné povinnosti zadavatele prací a provozovatele strojů

Jak zadavatel prací, tak provozovatel těžebně-dopravních strojů by společně měli provést následující úkony:

- vyznačení linií pro pohyb harvestoru a vyvážecího traktoru v porostní mapě (1:10 000 nebo 1:5.000), případně na technologickém náčrtku nebo na digitální porostní mapě
- zvolit nejvhodnější místo pro skládky sortimentů na odvozní cestě a rozestupy vyvážecích linií (technologický náčrt, obr. 6.1.). Vyhledat vhodná místa ke skladování pohonných hmot, parkování doprovodného vozu a osobních automobilů.
- zvolit osobu, která bude za nasazení strojů a přípravu pracovišť zodpovědná
- zajistit odvoz pracovníka v případě nehody
- navrhnout zabezpečení pracoviště vůči návštěvníkům lesa
- provádět přejímku pracoviště před a po provedené těžbě.

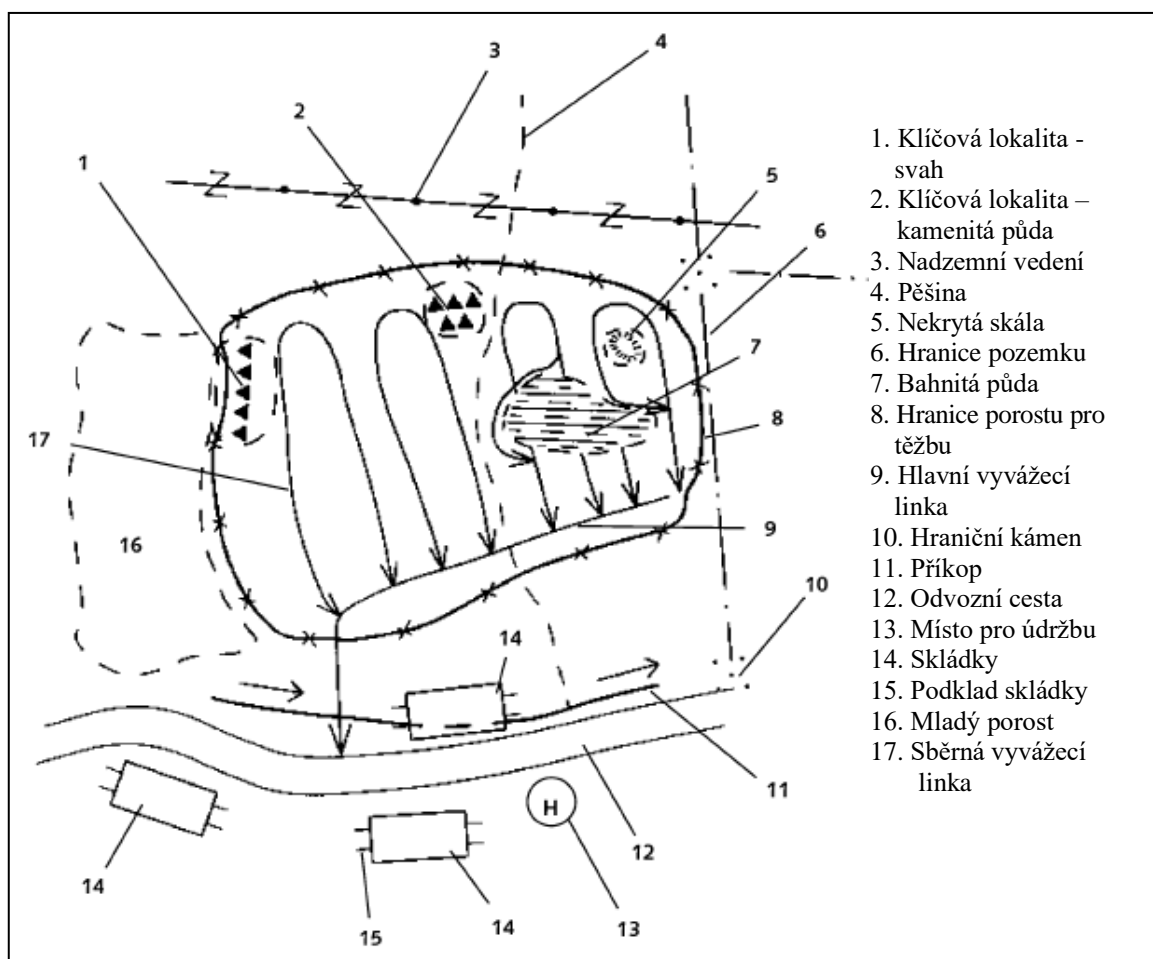
Vzájemná součinnost zadavatele prací a provozovatele těžebně-dopravních strojů by měla být zachycena v písemné formě, např. v podobě předávacích protokolů. Příklady takových protokolů jsou uvedeny dále, a to:

- protokol o předání a převzetí pracoviště (Tab. 6.7.)
- předávací protokol o provedené probírce (Tab. 6.8.).

V provozní praxi je žádoucí, aby zadavatelé prací poskytovali dodavateli prací při přípravě porostů pro těžbu typologické mapy s ohledem na vhodné umístění pracovišť v těžebních blocích podle únosnosti

půdy tak, aby dodavatel prací v případě změn vlhkosti půdy při déle trvalejších srážkách měl možnost přejíždění na jiná pracoviště s vyšší únosností půdy. 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 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 nebo papírové podobě a zpracovávány přebírací a předávací protokol o pracovišti.



Obr. 6.1. Příklad technologického náčrtu pracoviště

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 těžného 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:
- vlákna:
- jiné:

Odhadnutý probírkový zásah: [m³ / ha] Celkem: [m³]

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:

Tab. 6.7. Protokol o předání a převzetí pracoviště

Předávací protokol o provedené těžbě

Odd: Porost: Výměra porostu: [ha] Provedený zásah: [ha]

Sklon vyklizovacích linií: [%]

Průměrná šířka linií - plánovaná [m]

- skutečná [m]

Zjištěné škody na půdě:

Charakteristika půdy na pracovišti

- vlhkost:	suchá	čerstvá	mokrá
- zrnitost:	bez skeletu	drobný skelet	hrubý skelet
- druh půdy:	šterk	písek	jílovitopísčité
	jílovitá	hlinitá	rašelinná

Počet zkusných ploch: Počet měřících bodů:

Vyjeté koleje na vyklizovacích liniích (označení stupně vzniklého poškození

s hloubkou)

- do 7 cm	[%]		téměř žádné
- do 15 cm	[%]	přípustná délka 20 m	malé až střední
- do 25 cm	[%]	10 %	velké
- přes 25 cm	[%]	3 %	značně velké

Zjištěné škody na stromech ve zkusných plochách

Počet stromů bez poškození: počet pařezů: celkem: intenzita zásahu [%]

Počet poškozených stromů ve zkusných plochách:

- do 10 cm ²	[%]	přípustná míra poškození	10%
- do 100 cm ²	[%]	přípustná míra poškození	5%
- přes 100 cm ²	[%]	nepřípustné	

Zakmenění po zásahu:

Další nedostatky Nebezpečí eroze na svahu:
Nedostatek klestu na liniích:Asanace škod Rovnání povrchu linií:

Odtok vody z linií:

Oprava přejezdů přes příkopy:

Umístění a postavení skládek na OM:

Objednavatel prací:

Dodavatel prací:

Tab. 6.8. Předávací protokol o provedené těžbě

6.3. Zpřístupňování lesních porostů prostřednictvím lesní dopravní sítě

Nedílnou součástí lesní výroby je obousměrný transport osob, dřeva a ostatních materiálů, přičemž obousměrnost je chápána jako transport dříví z nitra lesních porostů ven (z hlediska celkových objemů jednotlivých druhů přepravy je transport vytěženého dříví z porostů na místa jeho zpracování samozřejmě rozhodující), a z prostor mimo les do jeho nitra (přeprava pracovníků, sazenic, přípravků ochrany lesa, případné hasební techniky, atd.). Podle prostředí, ve kterém se doprava realizuje, se dělí na pozemní (silniční, kolejovou, a terénní), vzdušnou (lanovky s dopravou dříví v plném závěsu, vrtulníky, balóny) a vodní (volné plavení dříví, plavení ve svazcích, lodní doprava). Protože se obecně od veškeré dopravy požaduje, aby byla výkonná, rychlá, bezpečná, bezeškodná a levná, je nutné vytvářet funkční dopravní systémy, sestávající z dopravních prostředků, komunikačních sítí a technologií dopravy. Tyto složky dopravních systémů se vzájemně doplňují a ovlivňují (např. změny v konstrukci vozidel umožňují změny v trasování a míře zpevnění komunikací i změny v technologiích transportu, atd.).

Pro vytvoření funkčního dopravního systému jsou obvykle jednotlivé způsoby dopravy kombinovány (např. železniční doprava se silniční, silniční s vodní, apod.). Na úrovni lesní prvovýroby je však v ČR rozhodující doprava pozemní, zahrnující jak dopravu silniční a železniční, tak i přepravu terénní. Ta se může dít jak terénně částečně upraveným (pomístně upravený povrch linek), tak neupraveným (jízda traktorů terénně, vlečení dříví v polozávěsu lanovkami, snášení i volné gravitační spouštění), i s použitím zvláštních konstrukcí (dřevěné a plastové korytové smyky).

Pro vlastní realizaci pozemního transportu jsou pak nezbytné stavby, resp. technická zařízení tvořící komunikační síť: odvozní cesty, svážnice, přibližovací, vyvázeční a vyklizovací linky. Jejich převažující funkcí a mírou technických úprav je pak dána hierarchie jejich významu v komunikační síti. Hovoříme pak o síti primární, sekundární, terciární a kvartérní. V lesnictví ji nazýváme lesní dopravní sítí (LDS). Termín LDS je používán jen v užším významu slova, charakterizovaném právě tím, že se jedná o komunikační síť pro pozemní dopravu. LDS nemá a nemůže mít jen úlohu dopravních spojnic, ale musí plnit i řadu dalších funkcí. Vkládání LDS do terénu, její hustota i technické parametry proto nezáleží jen na dopravovaném materiálu a charakteristice terénu, ale i na některých dalších požadovaných funkcích, z nichž uvádíme:

6.3.1. Funkce dopravní spojnice

V lesnatých oblastech plní funkci dopravních spojnic především veřejné komunikace, jejichž vedení terénně sleduje nejkratší spojnicí zájmových bodů, aniž by se přitom zvláště přihlíželo k potřebám lesního hospodářství, připojit k těmto komunikacím technologicky přiléhající porosty. U lesních komunikací nebývá hlavním cílem pouhé nejkratší dopravní spojení dvou bodů – naopak, čím delší je průchod komunikace porosty, tím je obvykle širší možnost technologického napojení porostů na tuto komunikaci.

Proto se lesní komunikace jako ryze účelové spojení dvou bodů budují jen tam, kde je to účelné vzhledem k chybějícím komunikacím veřejným (např. propojení oblasti s velkým objemem těžby dříví). Častějším případem však bývá, že lesní komunikace plní úlohu dopravní spojnice pouhých dvou bodů jen nechtěně. To nastává v případech, kdy při stavbě komunikace bylo použito velkých přesunů zeminy a výška náspů a zářezů pak následně prakticky znemožňuje technologické připojení okolních porostů ke komunikaci pozemním transportem (nájezdy z porostu na komunikaci jsou technicky neřešitelné, stejně tak jako vybudování trvalých skládek). K těmto případům dochází, když je ignorována stará zásada kopírování konfigurace terénu, nebo když je komunikace vedena vrstevnicově ve svahu nad 50 % (technologické připojení je možné pouze při použití lanových dopravních zařízení a skládkování na cestu).

6.3.2. Zpřístupnění porostního nitra

Míra technických opatření při zpřístupňování lesních porostů závisí na základní filozofii technologií těžební činnosti. V současné době existují v Evropě dva základní technologické směry. První, označovaný jako skandinávský, a druhý, označovaný jako středoevropský. Skandinávská představa o těžebních technologiích je postavena na víceoperačních strojích s terénním podvozkem schopným

pohybu a práce v neupraveném terénu. Aby takové stroje obstály v co nejširším spektru výrobních a přírodních podmínek, musí být konstrukčně náročné a tím se stávají i investičně nákladné. Nevyžadují však technicky náročné zpřístupnění lesních porostů. Vyšší náklady na pořízení strojů tak mohou být kompenzovány nižšími vklady do LDS. Ekonomická hlediska si pak vynucují použití těchto technologií v extenzivních těžbách.

Středoevropské lesnictví je na rozdíl od skandinávského charakterizováno tradicí jemnějších těžebních zásahů a velice rozmanitými přírodními podmínkami (sklony, členitost a únosnost terénů, dřevinná skladba). Proto i těžební technologie musí být variabilnější a ekonomicky přijatelné i při menších koncentracích dříví k těžbě. Logicky se zde tedy prosadily levnější, univerzálnější prostředky pro soustředování dříví k místům, kde již mohou být nasazeny i víceoperační stroje v ekonomicky přijatelných relacích. Tyto technologie však vyžadují zpřístupnění porostního nitra LDS. Ve střední Evropě tak má zpřístupňování lesů dlouhodobou tradici, není chápáno jen jako účelové opatření pro těžební činnost, a proto LDS bývala nedílnou součástí komunikačních systémů v kulturní krajině i součástí řešení prostorové úpravy lesa. Ta totiž musí řešit tři činitele: porostní prostředí, vliv bořivého větru a námrazy i bezeškodné soustředění vytěženého dříví z porostních ploch. Nemělo by smysl např. zavést jemné hospodářské způsoby tam, kde bychom nedokázali dříví z porostních ploch soustředit relativně bezeškodně ve vztahu k mateřskému porostu a půdě (ovšem při ekonomické přijatelnosti těžby a soustředování dříví!). Systém zpřístupnění tak musí sladit požadavky pěstebně-technické s požadavky technologicko-technickými. Nadřazení jednoho hlediska druhému nemá v tomto případě smysl. Proto musí jít ve prospěch hospodaření v lesních porostech stranou i otázky prestiže jednotlivých lesnických nauk.

Sít' přibližovacích linek musí být navržena tak, aby rozvíjení obnovy mohlo probíhat v souladu s požadavky plynoucími z povahy činitele rozhodujícího o celkovém pojetí hospodaření v porostu. Rozvíjení obnovy musí umožňovat plynulý pohyb vytěženého dříví z porostních ploch, tzn., že směrové kácení, vyklizování, přibližování, vyvážení a skládkování musí probíhat souhlasně se směrem obnovy tak, aby nedocházelo k narušování pohybu dříví porostem, ani k ohrožení průběhu obnovy bořivým větrem, námrazou, suchem, atd. Podle sklonitosti a expozice terénu porostu přizpůsobujeme polohu sítě přibližovacích linek obnovnímu postupu nebo naopak. Vzhledem k relativně velkému výběru obnovních způsobů lze v každém konkrétním případě zpravidla uspokojivě vyřešit polohu pracovních polí v souladu s požadavky soustředování dříví. Obtíže však lze s jistotou očekávat tam, kde jsou porosty dlouhodobě nepřipraveny řádnou výchovou pro obnovu, neboť tam je velké riziko rozvrácení porostů sněhem a větrem, ať je systém zpřístupnění navržen sebedůmyslněji.

Sladění způsobů obnov s nároky hospodárného a relativně bezeškodného soustředování dříví klade na lesního hospodáře vysoké požadavky, protože jde o snad nejdůležitější a nejobtížnější rozhodovací proces, rozhodující o budoucnosti porostu po celou dobu obmýtí.

6.3.3. Funkce technologická (technologický koridor)

Nejen z hlediska zvyšování produktivity práce, ale i pro snižování rizika škod, vznikajících na lesních ekosystémech těžební činností, je účelné přenesení některých operací (nebo jejich částí) z nitra lesních porostů na LDS. Jedná se zejména o odvětvování, zkracování a štěpkování, které při realizaci na přibližovací lince či odvozním místě snižují pracnost výroby při současném snížení rizika poškození (odřeni) stojícího porostu. Příklady: harvestory, procesory na vývozním místě (VM) i odvozním místě (OM), sekačky celých stromů na linkách, aj. Pokud tedy na LDS probíhají i jiné, než ryze transportní operace, plní LDS technologickou funkci (funkci technologického koridoru).

6.3.4. Funkce orientační

LDS mimo všech předcházejících funkcí plní i významnou úlohu orientační a funkci rozčleňovací sítě. Zejména odvozní cesty se využívají jako prvky trvalého rozdělení lesa, jako hranice majetku, užívání, atd. Přibližovací linky zakládané v prořezávkových porostech plní především úlohu rozčlenění porostu na pracovní pole a obvykle až při dalším výchovném zásahu plní funkci vlastního zpřístupnění porostního nitra. Při vyznačování těžeb umožňuje LDS dokonalou orientaci v porostu a tím i kvalitní těžební zásah. Obdobně to platí i pro ochranu lesa, hnojení, apod.

6.3.5. Klasifikace lesní dopravní sítě z hlediska funkčního

Primární síť

Za primární síť považujeme lesní odvozní cesty, které jsou v lesnických materiálech (lesní hospodářské plány, generely lesní dopravní sítě, atd.) obvykle charakterizovány označením třídy cesty 1L nebo 2L.

Třída 1L:

Minimální šířka koruny vozovky 4 m
 Maximální podélný sklon 10 – 12 %
 Minimální poloměr směrových oblouků 15 m
 Druh povrchu: bezprašná vozovka (živičná, betonová, kalená)
 Účel použití: trvalá provozní způsobilost (celoroční provoz)

Třída 2L:

Minimální šířka koruny vozovky 4 m
 Maximální podélný sklon 10 – 12 %
 Minimální poloměr směrových oblouků 15 m
 Druh povrchu: zpevněný jízdní pruh
 Účel použití: sezónní, až trvalá provozní.

Rozhodující objem odvozu dříví je v ČR zajišťován nákladními automobily a odvozními soupravami vybavenými obvykle pro jízdu v obtížnějších podmínkách (vypínatelný pohon přední nápravy, uzávěrky nápravových diferenciálů, redukční převodovka, teleskopicky nastavitelný návěs, atd.). Vysloveně speciální terénní vozidla to však být nemusí, neboť obvykle co do vzdálenosti transportu převládá přeprava po veřejných komunikacích.

Kardinálním problémem je u lesních cest volba místa trvalých skládek dříví u odvozních míst. Jejich lokalizace je dána nejen zvolenou těžební technologií, ale musejí odpovídat i podmínkám odvozu. Uložené dříví musí být přístupné pro nakládací zařízení vozidla (hydraulický jeřáb, naviják,..), a kromě toho musí prostor skládky umožňovat nejen příjezd a odjezd vozidel, ale i jejich případné otáčení a objížďení. Především pak musí být zajištěna bezpečnost nakládacích prací. Z provozního hlediska (využití odvozních prostředků) je vhodné plánovat minimální výši těžebního zásahu gravitujícího k jednomu odvoznímu místu tak, aby se shodovala s užitečnou nosností transportního prostředku.

Z hlediska vložení trasy cesty do terénu rozeznáváme cesty údolní, svahové (etážové) a hřebenové. Trasování konkrétní odvozní cesty pak závisí nejen na typu terénu, ale i vazbě na používanou technologii soustředování dříví. Do názorů na vkládání odvozních cest do terénu pronikavě zasáhly zejména přibližovací prostředky s velkou tažnou silou, umožňující antigravitační soustředování dříví. Dříve platná zásada výstavby dopravní sítě vždy u paty svahu nebo v údolí není již dnes na místě, vyjma případů, kdy řeší odlehlost dalších hospodářských celků. Staré pravidlo výstavby cest v horách bylo odůvodněné v době, kdy soustředování dříví bylo limitováno gravitační složkou dopravovaného dříví. Proto musely být cesty vedeny v terénu co nejnižší, aby podchycovaly co největší území. Přibližování proti svahu nebylo možné buď vůbec, nebo bylo namáhavé, pracné a nákladné. Vzhledem k novým skutečnostem vzrůstá v horách význam svahových a hřebenových cest. Námitka, že vyklizování proti svahu prodlužuje odvozní vzdálenost, je nepodstatná, protože odvoz je minimálně 20 krát levnější, než vyklizování, přibližování a vyvážení. Polohu odvozních cest však ovlivňuje technologie přibližování i v mírných sklonech. Traktorovému soustředování totiž vyhovuje vyklizování proti svahu, které má mnoho výhod, od snadnějšího zatahování lana do porostu až po sledování a směrování vyklizovaného stromu, kmene či výřezu. U traktorového soustředování dříví tak lze formulovat požadavek vyklizovat přednostně proti svahu a přibližovat po svahu.

Vkládání (zemních) cest do vyšších poloh terénu podporují i skutečnosti, že správně vedené a povrchově dobře odvodněné cesty netrpí zdaleka tak erozní činností a podmáčením vodou, jako cesty vedené v údolích a u pat svahů. Lepší propustnost půd ve vyšších polohách, lepší vysoušení těles cest větrem, větší přístup slunce, nižší hladina spodní vody a menší sběrná oblast vodních srážek způsobují rychlejší vysychání těchto cest v jarním období a po deštích, než cest v uzavřených údolích. V

terénech, ve kterých nebudeme nuceni jinými okolnostmi vést cestu v nejnižších polohách, tak preferujeme svahové cesty s příčným profilem charakterizovaným vyrovnanou bilancí, zeminy odtěžené z výkopu a příčně přesunuté do náspu. Vedení cesty ve svahu tak omezuje podélné přesuny zemin a snížením počtu nezbytných objektů na komunikaci (mosty, propusty) snižuje i náklady na výstavbu. Podélný spád svahových cest se považuje obecně za přijatelný v rozpětí 4 až 15 % (v létě až 20 %; v zimě do 10 %, max. až 12 %), nulový spád je zcela nevhodný. Tyto sklony však neodpovídají platné normě! Při podélném sklonu nad 6 % je odvodnění příčným sklonem koruny neúčinné, protože u tekoucí vody převládá gravitační složka podélná oproti příčné. Nezbytností je proto dokonalé odvodnění zemní pláň svodnicemi a odvedení vody do zásaku! Ve většině případů pak nejsou nezbytné podélné odvodňovací příkopy, čímž je nezbytná plocha odebíraná pro těleso komunikace menší. Zabezpečena však musí být řádná údržba svodnic a propustků!

Doporučené rozestupy svodnic:

Hory, roční srážky 1200-1400 mm, nezalesněné území (horské louky) podélný spád cesty 6, 8, 10, 12 a 14 %, kterému odpovídá vzdálenost svodnic 38, 34, 30, 27 a 24 m.

Hory, roční srážky 800-1000 mm, zalesněné území podélný spád cesty 6, 8, 10, 12 a 14 %, vzdálenost svodnic 58, 51, 45, 40 a 35 m.



Obr. 6.2. Zemní cesta po výstavbě, zhutněná za optimálních vlhkostních podmínek, trojúhelníkové příkopy budou použitelné pro skládky dříví

V blízkosti nově budovaných cest se vytváří nové klimatické, půdní, mikroreliefní a porostní podmínky. Porost se otevírá proudění vzduchu, zvyšuje se transpirace, mění se vlhkostní poměry v zářezových a násypových svazích, mění se světlostní poměry a tím i následně skladba bylin, podél komunikace proniká do nitra porostů vegetace z náletových svahů, na okrajových stromech dochází ke korní spále a stromy s kořenovým systémem narušeným stavbou komunikace snáze podléhají škůdcům a hnilobě. I tato fakta hovoří pro to, aby se cestní síť co nejvíce přimykala k terénu, aby byly minimalizovány trhačí práce, aby přesuny zemin byly co nejmenší a stavba byla prováděna co nejšetrnějšími technologiemi. Tyto (i finanční důvody) by měly vést ke změně technologií výstavby cest tak, jak již tomu je ve státech západní Evropy, tj. k odklonu od výstavby cest s použitím dozerů a přechod na použití bagrů.

Rovněž se přehodnocuje potřeba zpevnění lesních komunikací (lesní cesty tříd L1 a L2). Neúměrné požadavky na zpevňování odvozních cest totiž vycházely z úvahy, že odvoz musí být realizovatelný za všech okolností, a že doprava po lesních komunikacích musí být stejně rychlá jako po komunikacích veřejných. V průběhu vývoje těžebních technologií se však prokázalo, že zpevněná komunikace může být spíše na závalu, protože vlastně vytváří v lesním prostředí dopravní předěl, a při použití

komunikace jako technologického koridoru pak dochází k nevyhnutelnému poškozování zpevněných cest, které je zejména u živičných povrchů obtížně opravitelné. Prosazuje se tedy názor, že při sezónnosti odvozu jsou vhodnější finančně méně nákladné zemní cesty (s trojúhelníkovými podélnými odvodňovacími příkopy), u kterých je nevyhnutelné poškození povrchu vlastním těžebně - dopravním procesem snadno opravitelné reprofilací koruny graderem s případným opětovným uhuťněním vibračním válcem, případně následným odvozem.

Snížením návrhových pojezdových rychlostí (společně se sezónností odvozu) pak lze docílit i skromnější volby technických parametrů cest. Zpevněné cesty by tak byly nadále udržovány jen tam, kde převládá jejich funkce dopravní spojnice a v pásmech hygienické ochrany, kdy je snahou vyloučit jakýkoliv splach z koruny vozovky i za cenu neustálých oprav.

Sekundární síť

Za sekundární síť považujeme síť traktorových přibližovacích cest, tzv. svážnic. Svážnicí rozumíme odhumusovaný zemní pruh trasovaný v parametrech lesní odvozní cesty, sloužící k vlečení (vyvážení) dříví na delší vzdálenosti k odvozní cestě, případně sloužící za příznivých povětrnostních podmínek i pro odvoz dříví. Sklon přibližovacích linek (podélný i příčný) i úprava jejich povrchu musí umožňovat průjezd používaným prostředkům. Jedná se tedy v podstatě o zemní komunikaci, pomístně zpevněnou a odvodněnou (v případě potřeby může být vybavena i nezbytnými stavebními objekty - propustky, mostky). Z hlediska technologického převládá u svážnic úloha dopravní spojnice nad úlohou zpřístupnění porostního nitra. V praxi u bývalých státních lesů bylo obvyklé postupné zpevňování svážnic a jejich doplňování stavebními objekty, tzn. že se prakticky jednalo o jejich postupnou přeměnu ze svážnic na odvozní cesty. Tento postup měl své opodstatnění zejména z důvodů tehdejšího systému financování výstavby cest.



Obr. 6.3. Zemní cesta se zaústěním odvodnění lesního porostu trojúhelníkovou úpravou

Terciární síť

Za terciární síť považujeme síť přibližovacích linek (vývozních linek) a tras lanovek, rozčleňujících lesní porosty na pracovní pole a zpřístupňující porostní nitro. Součástí terciéru jsou i tzv. pera, což jsou neprůjezdné (slepé) přibližovací linky.

Šířka pracovního pole bývá 20-40 m i více, v závislosti na použité technologii a konfiguraci terénu. Šířka přibližovacích – vyvážecích linek bývá 3-4 m. Pro koně a univerzální kolové traktory postačuje menší šířka linek (především z důvodu velikostí nákladu), pro speciální lesní traktory a tahače, vyvážecí traktory a vyvážecí soupravy s hydraulickým jeřábem a stroje využívající přibližovací linku jako technologický koridor (např. procesory) musí být linka širší (4-5 m).

Povrch přibližovacích linek obvykle nebývá s výjimkou úrovněného vykácení nijak upravován, a jedná se tedy spíše jen o směrově vyrovnanou mezeru v porostu. Možné jsou však pomístně jednoduché zemní úpravy bez plošného odhumusování (např. úprava nájezdu na lesní cestu, pomístná úprava příčného sklonu, pomístné odstranění balvanů či pařezů, atd.), pomístné zpevnění povrchu linky (např. zpevnění úseku linky, na kterém se provádí odvětvování protahovacím odvětvovacím strojem) a odvodnění příčnými rýhami. Sklon linek musí být po ukončení přibližování dříví sanován tak, aby přibližovací linky nemohly být východiskem následné vodní eroze.



Obr. 6.4. Vyvázeční linka s malou šířkou, vhodná jen pro koně nebo UKT

Kvartérní síť

Za kvartérní síť považujeme síť vyklizovacích linek, která však není některými autory již považována za součást LDS, protože neslouží pohybu dopravních prostředků a není trvalá. Tomuto názoru lze oponovat tím, že právě síť vyklizovacích linek zpřístupňuje vlastní porostní nitro, a že bez sítě vyklizovacích linek by nebyl dopravní systém funkční.

Vyklizovací linka slouží k vyklizení vytěženého dříví z porostu na přibližovací linku (např. lanem navijáku či koněm; vyklizováním je však i ruční snášení, či vytažení dříví z porostu pod nosné lano lanového dopravního zařízení). Obvykle je tvořena jen vyhlédnutými mezerami mezi stromy, případně je na požadovanou šířku rozšířena úrovněným kácením. Úhel vyústění vyklizovacích linek na přibližovací linky závisí na použité technologii a především na délce vyklizovaných kmenů (výřezů). Úhel vyústění musí být tím ostřejší, čím delší kmeny jsou vyklizovány, a čím blíže přibližovací lince leží. O tom, ke které ze sousedních přibližovacích linek bude dříví vyklizováno, rozhoduje transportní hranice (dopravní předěl), tj. dopravní překážka v členitých terénech, nebo myšlená hranice v poloviční vzdálenosti mezi přibližovacími linkami v terénech příznivých.

6.3.6. Technologická příprava porostu (pracoviště)

Poznatky výzkumu i provozní praxe světového i našeho lesnictví potvrdily, že zpřístupnění porostů je základním předpokladem managementu lesních porostů. Hlavní přínos systému zpřístupnění pro těžbu dříví spočívá v tom, že snižuje nepříznivé podmínky pro soustřeďování dříví, vyplývající z hustoty porostu, požadavku na selektivnost zásahu, a v předmýtních těžbách i z nízké hmotnosti těžených stromů. Současně je třeba zdůraznit, že pro relativně bezeškodné a ekonomické soustřeďování dříví má význam i jeho příprava před vyklizováním, směrové kácení, resp. krácení stromů (kmenů) před vyklizováním či snášením rovného dříví a tyčí.

Před vlastní těžbou je proto nezbytné provést technologickou přípravu porostu (pracoviště), což je stanovení dopravních předělů v terénu (podle konfigurace terénu a zvolené technologie), rozčlenění porostu přibližovacími resp. vývozními linkami na pracovní pole (v souladu s pěstebními záměry a plánovanou technologií), určení místa a velikosti plochy pro skládky dříví (v závislosti na těžební metodě), a stanovení směru těžby, soustřeďování i odvozu dříví. Technologická příprava porostu musí

být provedena včas a v přímé vazbě na zvolenou technologii, protože příprava pracoviště pro určitou technologii může jen kompromisně vyhovovat technologii jiné nebo může být dokonce zcela nevyhovující. Součástí technologické přípravy pracoviště je i technická příprava pracoviště, představující nezbytné technické úpravy pracoviště před započítím vlastních těžebních prací, např. pomístně zpevnění povrchu linek, upravení nájездů z linek na skládky, atd.



Obr. 6.8.1. Vyvážecí linka v napojení na odvozní cestu s živčným povrchem. Na styčné ploše cesta i linka překryty vrstvou klestu tak, aby povrch nebyl při vytáčení podvozkem vyvážecího traktoru narušen. Výřezy ležící na okraji porostu slouží jako odrazníky, aby nebyl narušen příkop cesty.



Obr. 6.8.2. Dočasným vyplněním příkopu výřezy dříví je umožněn bezeškový průjezd strojů do a z porostu

6.3.7. Zásady pro budování zpřístupňovacího systému

Praktické vložení sítě přibližovacích linek do konkrétního porostu ovlivňují zejména:

- terén (reliéf, sklon, únosnost, překážky)
- stávající síť odvozních cest a umístění trvalých skládek
- vývojové stadium porostu
- dosavadní zpřístupnění
- předpokládaná technologie zamýšleného těžebního zásahu a uvažované použité mechanizační prostředky.

6.3.8. Cíle zpřístupňovacího systému

- rovnoměrně zpřístupnit celou plochu porostu
- umožnit rychlý pohyb prostředků s co největším nákladem, co nejkratším směrem ke skládce na OM
- umožnit co nejvyšší využití technických parametrů a technologických vlastností použitých prostředků k efektivní práci.

6.3.9. Praktické poznatky

- V rozsáhlých územích bez dostatečné sítě odvozních cest řešíme rychlý transport na delší vzdálenosti svážnicemi (sekundér), na které teprve napojujeme přibližovací linky.
- V případech, kdy je odvozní cesta lemována vysokým výkopem či náspem znemožňujícím technologické připojení porostu, vedeme rovnoběžně s cestou sběrnou přibližovací linku, resp. svážnici, kterou ve vhodném místě vyústíme k odvozní cestě.
- Síť dřívějších cest pro koňské přibližování bývá uvnitř porostů použitelná jen v případech, kdy svými parametry vyhovuje soudobým technologiím. To bývá obvyklé zpravidla jen v

rovinách. V horských podmínkách bývá vhodnější starou síť zcela opustit. Totéž platí pro úvozové cesty.

- Při zpřístupňování bereme v úvahu větší komplex, než je porost, ve kterém budeme těžit. Vzájemná vazba zpřístupnění sousedních porostů je vhodná zejména pokud mají shodný směr přibližování a stejné odvozní místo (základní výrobní jednotky, bloky).
- Při vedení linek terénem je nutné v reálu pozorně sledovat jeho mikrorelief. Celkový sklon terénu sice může být bezpečný (např. při zjištění z mapy, nebo měřením sklonu v celé délce svahu), avšak kritická místa mohou tento sklon i výrazně překročit! Taková místa je pak nejlépe obejít a zpřístupnit jen vyklizovacími linkami.
- Nepřekonatelné překážky v porostu (neúnosné terény, skaliska, krátké prudké terénní zlomy, hluboké rýhy), přesahující technické (či ekologické) limity, je nutné řešit individuálně. Nejobvyklejší je vedení okružní linky po okraji nesjízdného terénu, a vnitřek území je pak řešen vyklizovacími linkami v kombinaci s ryze technologickými prostředky (např. vyklizování lanem, kombinované přibližování, prodloužené ruční snášení, atd.). Vzdálenost vyklizování v těchto případech může přesáhnout obvyklou délku, kterou je 2 až 3 násobná délka vyklizovaného stromu.
- Pokud se sklon terénu pohybuje v rozmezí do příčné provozní stability prostředku, rozhodují o vložení linek jiná kritéria. Při sklonech nad hranici příčné stability prostředků vedeme linky jen po spádnici.
- Linky, které jsou vloženy do terénu na hranici přípustného příčného sklonu, používáme pokud možno jen pro jízdu bez nákladu.
- Vedení linek v členitém terénu ovlivňují technické vlastnosti prostředků, které mohou být typ od typu prostředku jiné. Největší pozornost je z tohoto pohledu nutné věnovat vyvázečím traktorům a traktorovým soupravám.
- Síť linek pro vyvázečí traktory a soupravy musí být propojena spojovacími linkami, protože zacouvávání vyvázečích traktorů a souprav do linek je velmi obtížné.
- Ve většině porostů v traktorových terénech lze při zpřístupňování porostního nitra vystačit se základním zpřístupňovacím schématem.
- Při tvoření vlastního schématu jízd dbáme na to, aby vyklizování bylo realizováno pokud možno proti svahu (bezpečnost práce, kontrola nákladu, eroze) a přibližování po svahu. Jízdy proti svahu omezujeme jen na jízdy bez nákladu. Vyhýbáme se protispádu při jízdě s nákladem po delších přibližovacích linkách a svážnicích.
- Vývojové stadium porostu a jeho stav výrazně ovlivňují vkládání zpřístupňovací sítě. Mezer v porostu (prolomený zápoj) důsledně využíváme jen pokud odpovídají našim záměrům.
- Snaha vyhýbat se nadějným stromům a jejich skupinám je odůvodněná pouze v pozdním věku porostu. V mladších porostech s vysokým počtem jedinců je tato snaha neodůvodněná, znamená vždy komplikace při vytyčování linek, hromadění horizontálních lomů trasy, a v konečném důsledku vyšší poškození porostu přibližováním. Proto lze při rozčleňování a zpřístupňování nejmladších porostů doporučit schématické vedení linek všude tam, kde to terénní podmínky dovolí. Přímočaré vedení linek pak nejlépe vyhoví i technologiím s víceoperačními stroji.
- Délka přibližovaného dříví a technické parametry prostředků mají vliv na detail přibližovacích linek (šířka linky a její rozšíření v oblouku). Vodítkem pro šířku linky je zásada, že by se měla rovnat šířce prostředku zvýšené minimálně o 0,5 – 1,0 m na každou stranu (u sortimentních vyvázečích traktorů pak o 1 m na každou stranu, protože se uvažuje s povytažením každého výřezu vyklizeného k lince o 0,5 m do linky, aby jej bylo možné nakládat hydraulickým jeřábem bez odřetí krajních stromů linky). V obloucích linek je nutno počítat s přiměřeným rozšířením (u délky dříví 15 m až na 7 m šířky, a při soustředování dříví délky 20 m až na šířku 10 m), obdobně je třeba linku rozšířit i v místech, kde dochází k příčnému náklonu prostředku.
- Přílišná úzkostlivost při volbě šířky linky a snaha o vyhýbání se jednotlivým stromům vede jednoznačně k následnému značnému poškození okrajových stromů linky. (Mimo to dochází ke zpomalení soustředování dříví a zvýšení finančních nákladů.)
- Vzhledem k tomu, že zpřístupňovací systém zůstává zachován až do mýtního věku porostu, je třeba počítat i s jeho využitím pro technologie teprve se rozvíjející. Parametry LDS proto

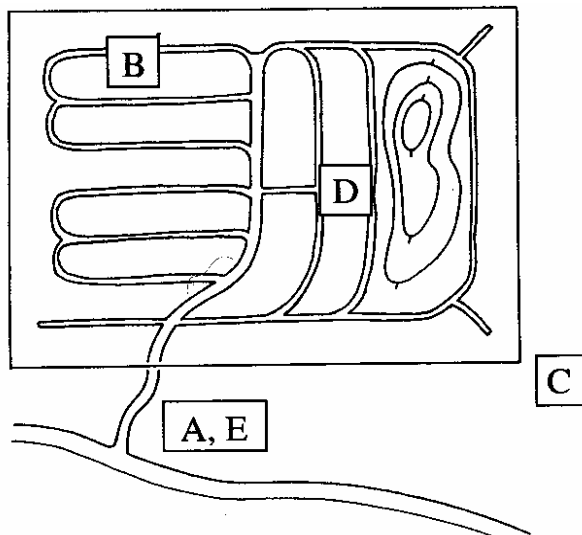
volíme tak, aby vyhověly i technologiím budoucím nebo aby jim mohly být v budoucnu přizpůsobeny. Je naprosto nepřijatelné, aby byl porost několikrát za obmýti zpřístupňován vždy pro jinou technologii, kterou má shodou okolností současně hospodařící lesnický subjekt k dispozici!

- Zpřístupnění probírkových porostů je logickým a základním předpokladem pro realizaci jakékoliv těžební technologie. Zdálnivě méně logický je pak požadavek na zpřístupňování i nejmladších porostů, ve kterých zatím vytěžené dříví zůstává nevyužito. Pohyb pracovníků a strojů i organizační a kontrolní důvody však vyžadují, aby i tyto porosty byly vybaveny dokonalou zpřístupňovací sítí. Tato síť má pochopitelně některé odlišné parametry (linky jsou užší, ale jejich hustota je vyšší), ale její vedení a orientace musí být v souladu s budoucími požadavky technologií předmýtních těžeb. Při umělé obnově lesa na velkých plochách lze již při zakládání porostu vytvořit základní zpřístupňovací síť a to vhodně voleným směrem řad a sponem dát předpoklady pro jednoduché vytvoření přibližovacích linek ve vhodném směru pouhým schematickým vytěžením jedné či více řad stromků.
- Při vytváření zpřístupňovací sítě v nejmladších porostech existuje námitka možného zastarání zpřístupňovacího systému dřívě, než porost dospěje do mýtního věku. Toto nebezpečí však není příliš vysoké, protože správně vytvořený zpřístupňovací systém vychází jak z faktorů trvale platných (charakteristika terénu, síť odvozních cest, směr dopravy), tak z předpokladů dlouhodobé povahy (převládající pozemní transport dříví a v podstatě konečný počet forem dříví určených k transportu - stromy, surové kmeny, krátké výřezy, štěpky).
- Na větších lesních majetcích je vhodné svěřit navrhování a vytyčování zpřístupňovacích systémů jednomu pracovníkovi, který má široký přehled o technologiích těžební i pěstební činnosti a zná technické parametry a technologické vlastnosti používaných i perspektivních prostředků i techniku práce s nimi. Koncentrace této koncepční práce do jedné ruky je zárukou, že celé území bude zpracováno jednotně. Přenesení úkolu zpřístupňování na široký okruh technických zaměstnanců nevede k nejlepším výsledkům.
- Nutným předpokladem pro návrh sítě linek je detailní znalost porostu a cíl těžební zásahu. Při první pochůzce porostem je nutné označit v terénu kardinální body (odvozní místo, lomy terénu, překážky, dosavadní komunikace), které poslouží při vytyčování systému linek. Při vlastním vytyčování nejprve vyznačíme ty linky, jejichž vložení do terénu je jednoznačné a neměnné, tj. především ty, kterými řešíme komplikovaná místa. Teprve pak se síť doplní na potřebnou hustotu víceméně schematickým doplněním linek. Pozornost je třeba věnovat všem obloukům, napojením a vyústěním linek, a to v souladu se směrem přibližování, přibližovaným sortimentem a uvažovaným prostředkem. Linky je vhodné vyznačit před vyznačováním těžby, aby byla orientace při vyznačování již usnadněna.



Obr. 6.9. Vyznačení krajních stromů linky páskou je dobře viditelné, uložení těžebních zbytků na lince je v dostatečné vrstvě tak, aby nebyl narušen kořenový systém okrajových stromů

- Pro vyznačování sítě linek používáme nejjednodušší pomůcky (pásma, dálkoměr, výtyčky, sklonoměr, kompas či busolu) a pro provizorní vyznačení používáme vyznačovací pásy z plastické hmoty. Až definitivní vyznačení provádíme šikmými žlutými pruhy olejové barvy, skloněnými ve směru přibližování. Šířka linky se fixuje vypáskováním krajních stromů linky. Aby nedošlo k omylu v identifikaci stěn linky, váže se páska tak, aby uzel a konce pásy směřovaly dovnitř linky.



Obr. 6.10. Rozlišení vývozních linek

- A, E - hlavní vývozní cesta
- B - sběrná vývozní cesta
- C - vratná vývozní cesta
- D - spojovací vývozní cesta

- Na pracovištích, kde na dodržení pohybu dříví jen po vyznačených linkách mimořádně záleží (zmlazené porosty, výběrný způsob), je nutné komisionálně pracoviště předat, včetně podrobného zákresu sítě v technologické kartě, která pak v případě sporu slouží jako základní podklad pro posouzení následných škod!
- Prokácení linek není vhodné časově oddělovat od vlastní těžby, je však nutné důsledně dodržovat úrovněvé kácení v trase linek!
- Na závěr je nutno zdůraznit, že konečné výsledky soustředování dříví (technickoekonomické a ekologické) závisí nejen na kvalitě zpřístupnění porostního nitra, ale i na technických parametrech použitého prostředku, kvalifikaci výkonných pracovníků i operátorů na těžebně-dopravních strojích a úrovni řízení výroby. Výsledek pak bude vždy úměrný jen nejslabšímu článku řetězu.

Rozlišení vyvážecích linek a jejich funkce jsou zřejmé ze schématu na obr. 59. Hlavní vyvážecí linka (A) by měla být schopna několikrát unést vyvážecí traktor s plným nákladem. Sběrné vyvážecí linky (B) jsou smyčky vycházející z hlavní a končící u hlavní vyvážecí linky. Vratné vyvážecí linky (C) se používají, když vytváření smyčky není vhodné, např. u úzkých pruhů mezi přirozenými překážkami nebo poblíž elektrovodů. Spojovací vyvážecí linky (D) lze použít pro spojení dlouhých sběrných vývozních linek. Doporučuje se však, aby se od jejich používání upustilo všude tam, kde je to možné.

Měly by se pokud možno používat kvalitnější hlavní vyvážecí linky (E), které jsou vhodné pro podstatně rychlejší vyvážení dříví než běžné linky. Obvykle je vyvážecí linka typu E lesní cestou nebo jinou cestou pro vyvážení dříví, a ta vede na plochu skládky. Někdy může být použita opravená sezónní cesta jako vývozní cesta typu E.

Jestliže neexistuje žádný typ vyvážecí linky E od těžební plochy ke skládce, bylo by možné pro zvýšení efektivity vyvážení dříví např. rekonstruovat část hlavní vyvážecí linky. Optimalizace délky sběrných vyvážecích linek je založena na myšlence, že vyvážecí traktor jede po takové vyvážecí lince tolikrát, kolikrát je to možné.

6.3.10. Metody zlepšení únosnosti linek na méně únosných podložích

Vyvázeční linky by měly být situovány na tuhé půdě s odpovídající únosností. Těžební plochy s neúnosným podložím se v běžných podmínkách vyskytují v různých formách. Jedná se především o sypké a váté písky, mokré písky, trvale podmáčená místa, příjezdy k náhradním přemostěním v inundačním území vodních toků, dna brodů, průjezd v bažinatém nebo rašelinovém terénu, plochy skládek, aj. Zvláště ohroženým podložím jsou jílovité zeminy, neboť absorbují velké množství vody a během jarních a podzimních měsíců je jejich únosnost problematická. Zejména ve svazích cesty dočasně slouží i jako odvodní koryta a vodní eroze prohlubuje narušení jejich profilu.

Zprůjezdnění málo únosného terénu vychází v praxi ze dvou variant:

- a) Trasa pojezdu se zpevní přídavnými materiály.
- b) Úprava dočasně doplní konstrukci vozovky následujícím způsobem:
 - hatě
 - umělohmotné mobilní rohože
 - umělohmotné mobilní desky
 - kolejové zpevnění (stavební recyklát nebo zemník)
 - sítě (staré použité oplocenky jako spodní vrstva do kolejí)
 - rošty z těžebního odpadu
- c) Použití technických opatření na strojích (nízkotlaké pneumatiky, kolopásky, pásy)

Rozsah zpevnění plochy závisí především na:

- nápravových tlacích stroje
- konstrukci a tuhosti vozovky
- mechanicko - fyzikálních vlastnostech terénu
- požadovaném počtu průjezdů těžebně-dopravních strojů.

Klest ponechávaný za harvestorem zvyšuje únosnost vyvázeční linky. Vrstva klestu o výšce 35 – 40 cm (po stlačení) je již schopna snížit zhutnění půdy na lince. Na zpevnění podmáčených a neúnosných podloží je možné využít také kůru nebo štěpku. Materiál je vhodný i do rašelinných půd, za předpokladu správných technologických postupů. Volbu dalších materiálů pro zpevnění podloží ovlivňuje dovozní vzdálenost.

6.4. Vyznačování těžebního zásahu

Operátoři harvestorů pracují často za podmínek určitého stresu, který může být vyvolán klimatickými, přírodními i technickými faktory. Je třeba jim práci ulehčit, a to především správným vyznačením stromů a linek, což je povinností majitele lesa. K vyznačení se používají reflexní stříkací barvy (oranžová, žlutá, světle zelená). Je třeba rozlišovat vyznačení linek, stromů k těžbě a nadějných jedinců. Nejvýhodnějším způsobem vyznačování je z pohledu operátora harvestoru páskování.

V zásadě by měl vyznačení linek vždy provádět odpovědný lesník po případné konzultaci s operátorem, který bude zásah provádět. Použití značek na stromech může být i jiné, dle zvyklostí majitele lesa.

6.4.1. Vyznačování linek

Vyznačení linky se děje od napojení linky na odvozní cestu směrem do porostu. Strom je označen podélnou šikmou čarou, či šipkou, která současně udává směr pohybu dříví z porostu vyvázečním traktorem. Vyznačení se může provádět i umělohmotnými, přírodě neškodnými páskami, které po roce zvětrají a odpadnou. Páska má výhodu v tom, že je ze všech stran dobře viditelná. V nejmladších probírkových porostech se páska zavěšují svisle tak, aby budoucí linka byla dobře patrná v terénu jak pro technické pracovníky, tak při těžbě pro operátory na harvestorech.

Vytýčení linky se provádí pomocí tří výtyček, pásma a buzoly. Snahou je, aby linka byla přímá a jen ve výjimečných případech lze vést linky v oblouku (svažitý terén – omezení vlivu pozdější eroze). Pokud se rovnoběžnost linek měří jen na začátku a později je kontrolována jen okulárně, běžně dochází po ca 100 m k zúžení rozestupu. Šířka linek se měří jako vzdálenost jejich okrajů. Rozestup linek se měří buď od osy linek nebo šířkou mezipásma. V případě zúžení linky

v důsledku překážky je třeba raději o jeden strom více vyjmout, než omezit pohyb harvestoru a vyvážečního traktoru.

Podle zkušeností trvá vyznačení linek na 1 ha porostu 1,5- 2,5 h, podle intenzity zakmenění. Vývoz dřeva z porostu na skládku na odvozním místě by neměl být plánován po trase delší než 200-250 m, jinak je podíl jízdnicích časů příliš velký.

6.4.2. Vyznačování stromů

Stromy k těžbě se vyznačují nejméně dvěma tečkami o průměru ca 7 cm (ve výši asi 1,20 m, umístěnými na protilehlých stranách obvodu kmene) kolmo k lince nebo příčnou čarou o délce asi 1/3 obvodu stromu (méně vhodné, špatná viditelnost z obou linek). V hustých porostech lze využít nástřikové tyče (např. typ Sterzik). Vyznačení nadějných stromů, které se v českých zemích zatím běžně neprovádí, se provádí nejlépe páskou (z rozpadavého plastu), která je dobře viditelná ze všech stran.

6.5. Volba období těžby harvestory

Jestliže je velikost porostu taková, že postačuje jen pro několikadenní těžbu, není třeba jeho rozdělení na bloky. Při plánování těžby ve větším měřítku, než je několikadenní těžba, je důležité rozdělit porosty do těžebních bloků: pro tzv. vlhké (zpravidla letní) a suché (zpravidla zimní) období roku. Porost je rozdělen do těchto bloků v případech, když se mění období těžby, metoda těžby nebo struktura sortimentů dříví. V porostech nebo těžebních blocích, vyčleněných pro vlhké období se předpokládá předepsání výchovné nebo mýtní těžby na takových lokalitách, na kterých lze očekávat nízké poškození půdy. Plochy na lokalitách, které jsou vysoce rizikové z hlediska poškození stromů a půdy během vlhkého ročního období jsou proto zařazeny do bloků a určeny ke zpracování v suchém (tedy zimním) období, kdy lze očekávat zvýšení únosnosti půdy vlivem snížení její vlhkosti či jejím zamrznutím. Těžby na strmých svazích bychom se měli vyvarovat během vlhkého období pro riziko vzniku erozních škod. Porosty nebo těžební bloky zařazené pro těžbu v suchém období lze těžit pouze tehdy, jestliže je půda bez nadměrné vlhkosti a její únosnost je dostatečně vysoká. Do ploch náležející k porostům či blokům suché sezóny zařazujeme ty, které obsahují dřeviny citlivé vůči poškození těžbou, např. mechanickým poškozením kmene.

Plánování těžeb by mělo vzít v úvahu aktuální změny počasí. Např. dlouhý vlhký podzim může oddálit vstup do suché (zimní) sezóny probírkových porostů. V tomto případě by mělo být dříví těženo ze záložních porostů určených k těžbě i v obtížnějších klimatických podmínkách.

6.6. Stanovení potřeby strojů a časová souslednost jejich nasazení

Manažer provozu těžebně-dopravních strojů by měl být schopen odhadnout reálnou měsíční těžbu dříví podle porostů v dané oblasti a zjistit existující požadavky odběratelů dříví podle různých sortimentů a následně vypočítat potřebu strojů. Podrobná a přesná inventarizace údajů o parametrech těžebních jednotek, např. poměr mýtních těžeb a probírek, je neobyčejně důležitá pro přesný odhad potřeby strojů. Nedokonalé plánování způsobuje mj. finanční ztráty jak provozovateli strojů, tak i odběrateli dříví (např. pozdní dodávkou potřebného objemu určitých sortimentů).

Velké stroje pro mýtní těžby by neměly být používány ve výchovných zásadách, zejména nikoliv v prvních probírkách. Poměr jejich produktivity a nákladů není v takových případech nikdy rentabilní. Rovněž poškození mladých porostů těžbou velkými stroji a poškození stanoviště jsou nežádoucím průvodním důsledkem nevhodné volby strojů. Při plánování potřeby strojů pro převládající situace by měly být brány v úvahu následující faktory:

- technická proveditelnost (správná velikost stroje)
- ekonomická uskutečnitelnost (výkon stroje v poměru k celkovým investičním nákladům stroje)
- sociální přijatelnost (zda mechanizovaná těžba je vhodnou alternativou na dané ploše).

Stanovení potřebného počtu strojů, jejich časové nasazení (souslednost) i ekonomické parametry vycházejí z technicko-ekonomických parametrů konkrétních typů strojů v předpokládaných přírodně-výrobních podmínkách.

7. TĚŽBA A VYVÁŽENÍ DŘÍVÍ TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍMI STROJI

7.1. Zásady bezpečnosti práce

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci (BOZP) musí být chápána jako součást výrobního procesu a její zásady musejí být respektovány všemi jeho účastníky. Zaměstnavatel je zodpovědný za zdraví a bezpečnost pracovníků a musí učinit veškerá možná opatření, aby nebezpečí poškození zdraví či majetku minimalizoval. Stěžejním přístupem k otázkám pracovní bezpečnosti je prevence, proto jedním ze základních úkolů zaměstnavatele je odhalování, odstraňování či zmírňování pracovních rizik pracovníků. Zaměstnavatel je povinen mj. zabezpečit odpovídající odborný výcvik a školení BOZP pracovníků, aby zaměstnanci znali správné pracovní postupy, plán údržby a oprav a všeobecné směrnice bezpečnosti práce. Zaměstnavatel odpovídá za použití správných pracovních postupů, je povinen poskytovat pracovní oděv, ochranné pracovní pomůcky, prostředky první pomoci, atd. Zaměstnanec je povinen používat pracovní oděv a ochranné pracovní pomůcky.

Bezpečnostní zásady jsou legislativně závazné a mohou být zahrnuty v dokumentech smlouvy mezi zaměstnavatelem a pracovníkem, ale i ve smlouvě mezi dodavatelem a zadavatelem prací. Pro práci s harvesterem nebo vyvážecím traktorem musí operátor vlastnit řidičský průkaz skupiny T, průkaz strojníka pro práci s hydraulickým jeřábem a absolvovat školení dodavatele stroje, kde je seznámen s obsluhou stroje a jeho údržbou. Základními legislativními předpisy, upravujícími BOZP, je zákoník práce v platném znění a Nařízení vlády ČR č. 339/2017 Sb. o bližších požadavcích na způsob organizace práce a pracovních postupů při práci v lese a na pracovištích obdobného charakteru. Problematika BOZP při práci s těžebně-dopravními stroji upravena obecnými i konkrétními zásadami. V § 6 odstavcích č. 11 a 12 se praví:

(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 soustředování 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.

Zdravotní rizika při práci těžebně-dopravního stroje jsou dvojí: fyzická, způsobená strojem, a duševní, lidského původu. Fyzická rizika jsou v harvesterových technologiích ve srovnání s motomanuální těžbou minimalizována. Většina úrazů se děje během údržby a oprav při nastupování do kabiny stroje nebo při jejím opouštění. Bezpečnostní obuv, protiskluzové povrchy a funkční zábradlí snižují riziko vzniku úrazů. Jednou z nejčastějších příčin zranění je pád. Při nastupování nebo vystupování ze stroje je nezbytné vždy udržovat kontakt se schůdky a zábradlím ve třech místech, být otočen směrem ke stroji a ovládací prvky nepoužívat jako záchytná místa. Podlahu, schůdky a pochůzné povrchy vždy udržovat v čistotě bez oleje, ledu, bláta a volných předmětů. Významná jsou také rizika vyplývající ze zvýšených psychických nároků daných potřebou vysoké přesnosti práce, trvalého soustředění i monotónnosti práce, pocitu osamění, práce v šeru či tmě, apod. Proto by měla být péče o duševní zdraví pracovníků významným úkolem pro řídicí pracovníky provozovatele těžebně-dopravních strojů. Všechna tato hlediska by měla být brána v úvahu ve stádiu plánování výrobního procesu společně s aspekty, týkajícími se techniky těžby a dopravy dříví.

Před zahájením prací na nové ploše by operátoři strojů měli obdržet mapové podklady a písemné pracovní pokyny od lesní společnosti, která je zodpovědná za těžební plochu a měli by se fyzicky seznámit s porostem. Veškeré nebezpečné zóny by měly být jasně vyznačeny na mapě a rovněž i přímo v lese, např. elektrovody, měkká neúnosná půda či strmý terén, cesty a rekreační stezky. Doporučení vhodnosti vývozních cest by mělo být rovněž na mapě vyznačeno, neboť dobrá technika jízdy a optimální velikost nákladu redukuje riziko nehody v obtížném terénu a zlepšují i výkonnostní parametry. Před zahájením prací je třeba se ujistit, zda potřebné varovné symboly jsou na patřičném

místě, a to jak v lese, tak na strojích. Je důležité udržovat bezpečnou vzdálenost mezi pracujícími stroji. V praxi to jsou minimálně dvě délky stromu s připočtením délky dosahu hydraulických jeřábů, nejméně však 90 m od harvestoru a 70 m od vyvážecího traktoru. Během provozu nesmějí být žádné další osoby uvnitř bezpečnostní zóny stroje ani v kabině. Nebezpečí pro lidi zdržující se na pracovišti těžebně-dopravních strojů představuje např. náhlá změna směru pádu káceného stromu nebo přetržení a vymrštění pilového řetězu harvestorové hlavičky.

Skládka a vývozní cesty by neměly být v blízkosti elektrovodů. Linky, které pod nimi musí být vedeny, by měly být jasně vyznačeny na mapě a na stanovišti a tyto překážky musí být zřetelné i pro případ nočního provozu. Minimální vzdálenost vyvážecího traktoru (hydraulického jeřábu) od elektrického vedení činí u napětí 1 až 50 kV tři metry a u napětí 50 kV a víc činí tato vzdálenost pět metrů. Pokud se stroj dostane do kontaktu s elektrickým vedením a motor běží, je bezpečnější zůstat v kabině a vycouvat. Skládky by měly být plánovány tak, aby se vyvážecí traktory mohly pohybovat a skládat dříví, aniž by jezdily s nákladem po veřejných komunikacích. Během skládání by vyvážecí traktory měly být schopny bez problémů přejíždět od jedné hráně k druhé. Měl by zde proto být dostatek místa a dostatečná viditelnost.

Před začátkem práce by si měl nový operátor prostudovat manuál harvestoru, znát bezpečnostní směrnice a denní program údržby. Je nezbytné znát umístění a způsob použití všech bezpečnostních prvků stroje. Nouzové tlačítko zastaví stroj, ukončí všechny funkce a aktivuje parkovací brzdu. Bývá situováno na bočním ovládacím panelu v kabině operátora. Pokud jsou dveře kabiny otevřeny, vypne bezpečnostní spínač dveří základní funkce stroje. Centrální výstražné světlo a bzučák signalizují poplach v případě akutních poruch. Každá kabina je ze zákona vybavena nouzovým východem a soupravou první pomoci. V kabině je zakázáno používat zařízení obsahující radiový vysílač (např. mobilní telefon), jehož anténa je umístěna uvnitř kabiny.

Operátoři strojů by měli provádět obtížné údržbářské práce a opravy vždy společně. Během údržby a oprav by motory strojů měly být vypnuty. Pro větší bezpečnost servisních prací je nezbytné používat pojistná zařízení, jako jsou středový zámek řízení nebo mechanismus zámku zvedání kabiny. V hydraulických systémech může zůstat tlak i dlouho po vypnutí motoru a čerpadla. Při hledání místa úniku kapaliny používejte pracovní rukavice a kus lepenky nebo dřeva. Nikdy nehleďte místo úniku holýma rukama.



Obr. 7.1. Umístění nouzového tlačítka na bočním ovládacím panelu (č. 10)



Obr. 7.2. Bezpečnostní spínač dveří (A)

Z důvodu nebezpečí vzniku požáru by plochy pro údržbu strojů neměly být lokalizovány v blízkosti hrání dříví. V rámci prevence požáru a výbuchu je nezbytné dodržovat následující zásady. Udržovat stroj v čistotě a kontrolovat a čistit všechny uzavřené prostory. Prach a drobné těžební zbytky odstraňovat zejména z okolí výfukového potrubí, pravidelně čistit mřížku chladiče a chladicí potrubí. Kontrolovat stav elektrických kabelů a přípojek, stejně tak jako stav vedení pohonných hmot a hydrauliky. Odstraňovat případné přebytečné mazivo a olej, zjišťovat příčiny jejich úniku a bezprostředně je opravovat. Čistící hadry skladovat na bezpečném místě, kde nemůže dojít k jejich vznícení. Hořlaviny skladovat mimo prostory, ve kterých existuje riziko požáru. Nespalovat ani

nepropichovat tlakové nádoby. Před zahájením oprav, jako je například svařování, je nutno očistit okolí svařovaného místa. Vždy mít připravený k použití hasicí přístroj, umístěný v kabině operátora, popř. v boxu u motorové části stroje. Významným prvkem v prevenci vzniku požáru je automatický hasicí systém s čidly rozmístěnými v motorové části stroje.

V naléhavých případech, souvisejících s úrazy či poruchami strojů, musí být podána stanovené osobě jasná informace a při řešení vzniklé situace jednáno okamžitě a rozvážně. Všichni operátoři by měli znát základy první pomoci. Na některých lesních majetcích je stále udržován, dříve běžný, traumatologický plán. Jedná se o systém kontaktních bodů v terénu (většinou křižovatky odvozních cest nebo skládky), které jsou charakterizovány GPS souřadnicemi, dostupností pro jednotlivé záchranné prostředky apod.. Operátor, zadavatel prací i složky záchranného systému mají k dispozici detailní mapu těchto bodů v terénu. Při nehodě stačí postiženému nahlásit pouze číslo kontaktního bodu, kde se nachází nebo ke kterému směřuje.

Kabiny harvestorů a vyvážecích traktorů jsou uzpůsobeny a schváleny pouze pro jednu osobu, sedadlo operátora je vybaveno bezpečnostním pásem, který je nezbytné používat. Při jízdě stroje po veřejné komunikaci je nezbytné zajistit jeho řádné vybavení pro tento účel (přední a zadní pojezdová světla, boční zrcátka, směrovky, couvací světlo a varovný trojúhelník pro pomalu jedoucí vozidla). Při jízdě na veřejných komunikacích není povoleno z důvodu nebezpečí poškození komunikace používat kolopásky ani protismykové řetězy. Při jízdě, popř. transportu stroje na návěsu mít na zřeteli celkovou výšku prostředku, např. v případě mostů, nadjezdů nebo tunelů. Při transportu musí být hydraulický jeřáb a hlavice harvestoru nebo drapák vyvážecího traktoru zajištěn v přepravní poloze. Vyhýbat se jízdě a parkování na zamrzlých vodních plochách. Pro jízdu vzad jsou stroje vybaveny alarmem couvání.

7.2. Organizace pracovní směny

Plánování rozpisu směny má být součástí plánování těžebního zásahu, protože je spojeno s plánem těžeb v souvislosti s rozpisem dodávek dříví odběrateli dříví. Směny však mohou být podle potřeby operativně upraveny během provozu.

Dlouhé pracovní směny jsou pro operátory strojů duševně i fyzicky vyčerpávající. Operátoři jsou při dlouhých směnách v týdenních pracovních cyklech vystaveni také velké sociální izolaci. Práce operátora vyžaduje velkou přesnost a mnoho rychlých rozhodnutí. Proto lze operátorovi doporučit, aby občas vystoupil z kabiny stroje a krátkou osobní pochůzkou po porostu se seznámil s jeho specifiky a promyslel si přitom další detailní postup práce. Tímto způsobem si operátor psychicky odpočine, upřesní si další postup a může opět v práci pokračovat.

V běžných podmínkách pracují těžebně-dopravní stroje v jedno- nebo dvousměnném provozu při délce směny 8-10 hodin. Při dvousměnném provozu je přibližně 1 hodina rezervována pro převzetí stroje nastupujícím operátorem a případně pro společnou údržbu stroje. To umožňuje operátorům, aby si navzájem sdělili informace o postupu výroby, problémech strojů, atd.

Pokud jsou práce prováděny v klasickém dvousměnném systému, v každé směně pracují dva operátoři (jeden na harvestoru a druhý na vyvážecím traktoru). Ranní směna pracuje např. od 6:00 do 15:00 a odpolední směna od 13:00 do 22:00. Doba od 13:00 do 15:00 je pro oba operátory ranní směny i oba operátory odpolední směny vyhrazena na údržbu, předání stroje a pracoviště a oběd. Pracovní týmy mění pořadí směn každý týden.

práce 7 h	údržba 1 h	jídlo 1 h	operátor 1
	operátor 2	údržba 1 h	
práce 7 h			

Tab. 7.1. Dvousměnný pracovní systém u jednoho stroje

Systém dělené směny je téměř identický se systémem, který byl vyvinut v Kanadě. Ve srovnání s předchozím systémem směn přináší rozdělení práce na dva časově oddělené cykly nižší zdravotní a psychickou zátěž pro operátora a tím i zvýšenou bezpečnost práce. První operátor začíná svoji 11-ti hodinovou směnu v 5:00 namísto v 6:00. To umožňuje druhému (po něm nastupujícímu) operátorovi skončit práci již ve 20:00 a nikoliv ve 21:00. Směna umožňuje, aby první operátor těžil po dobu 4 hodin,

kdy jsou jeho pracovní schopnosti nejlepší. Pak má hodinovou přestávku vyhrazenou na jídlo. V té době již druhý operátor začíná svůj pracovní den tříhodinovou směnou na tomtéž stroji.

práce 4 h	jídlo 1 h	netěžební práce 2 h	údržba 1 h	práce 3 h		operátor 1
operátor 2	práce 3 h		údržba 1 h	jídlo 1 h	netěžební práce 2 h	práce 4 h

Tab. 7.2. Systém dělení pracovní směny

Po jídle první operátor stráví dvě hodiny např. broušením pilových řetězů nebo jinými údržbářskými pracemi, případně koná rozmanité úkoly, jako je označování vytríděného dříví na skládce, chůze k dalšímu bloku pro naplánování další těžby, atd. Po 3-hodinové směně druhého operátora oba operátoři provádějí společnou údržbu na harvestoru po dobu jedné hodiny, následuje přestávka na jídlo druhého operátora, zatímco první operátor pokračuje ve své směně 3 hodinami těžby dřeva, což mu dovoluje ukončit směnu v 16:00 hodin. Druhý operátor vykonává po jídle 2 hodiny „netěžební“ práce a pak ukončí svůj pracovní den 4hodinovou těžební činností, končící ve 20:00 hodin.

Je třeba respektovat fakt, že noční práce je obecně až o 30 – 50 % méně produktivní, než práce denní, protože za tmy, a to zejména při probírkách, je sledování stromů a rozhodování operátora mnohem obtížnější. V noční době je též nezbytné uvažovat s větší spotřebou času na ukládání sortimentů do hrání na OM. Proto, pokud to není naprosto nutné, se noční směny neorganizují.

7.3. Pracovní postupy s harvestorem

Před zahájením nové zakázky je nezbytné po dohodě se zadavatelem prací zadat do měřicího systému harvestoru strukturu dřevin, vyráběných sortimentů, stanovit jejich limitní délky a tloušťky, nadměrky, atd. Pokyny pro provedení práce, technologické mapy, identifikace hranic porostů, atd., to vše je nutno předem odsouhlasit na místě. Operátor se musí seznámit se všemi těmito informacemi.

Při výrobě sortimentů I. až IV. jakostní třídy, pokud se dodavatel s odběratelem nedohodnou jinak, platí tato pravidla:

- odstranit větve a jejich zbytky (suky) v rovině povrchu kmene
- čela výřezů zarovnat kolmo na podélnou osu výřezu
- odstranit nerovnosti vzniklé při těžbě (nedořez, třísky, vytrhaná vlákna, apod.)
- odstranit kořenové náběhy tak, aby jejich výška nad oblou plochou byla nejvíce 3 cm
- odstranit viditelná cizí tělesa
- čela výřezů nesmějí být znečištěna, zakryta sněhem, ledem, apod. pro dobrou viditelnost vad (pozn.: v případě dodávky dříví s čely zbarvenými vlivem stárnutí - oxidací, kdy nemusí být některé vady rozeznatelné, je vhodné uvést ve smlouvě požadavek na zařezání čel čerstvým řezem)
- výroba výřezů sružených jakostí je možná po dohodě dodavatele s odběratelem.

Stroj by měl být vždy situován tak, aby bylo z jednoho místa jeho postavení pokáceno co nejvíce stromů, než se stroj přemístí na další pozici. Zpočátku je nejbezpečnější kácení stromů co nejblíže ke stroji. Pro začátečníka je vždy bezpečnější kácet stromy na levou nebo pravou stranu v závislosti na směru jízdy v úhlu 45 až 90 stupňů. To redukuje riziko, že stromy padnou na stroj v důsledku chyb nebo selhání operátora během těžby. Odvětvení se děje uprostřed vyvážecí linky před strojem. Jestliže se stromy ke kácení nacházejí ve vzdálenosti větší než cca 4 m od stroje, následuje jejich odvětvení v porostu a výřezy jsou uloženy co nejblíže k lince. Operátor by se měl vyhnout kladení klestu na oddenky stromů, které budou těženy později. Klest snižuje viditelnost, což může mít za následek poškození hlavice harvestoru a kolem stojících stromů, které nejsou určeny k těžbě.

Nejprve se těží stromy na vyvážecí lince nebo poblíž ní, aby došlo ke zvětšení prostoru pro manipulaci s kácenými stromy, teprve potom se kácí vzdálenější stromy. Přitahování stromů s vyšší hmotností jen posunem protahovacích válců harvestorové hlavice je třeba omezit. Špatné uložení sortimentů podél linky znamená snížení výkonu vyvážecího traktoru. Výřezy by měly být uspořádány souběžně vůči sobě, rozlišeny dle své příslušnosti do sortimentních tříd a neměly by být vytvářeny hromádky dříví těsně u vyvážecí linky, protože pro operátora vyvážecího traktoru je pak obtížné takto uložené

dříví nakládat. Zpracované dříví by nemělo být ukládáno proti stojícím stromům, protože by se tak zvyšovala náročnost při další manipulaci.

Kdykoliv je to možné, operátor by měl umístit harvestorovou hlavici tak, aby mohl vidět řezací lištu, pohybující se směrem k němu během kácení. Práce zkušeného operátora se vyznačuje plynulým přechodem z jízdy k uchopení stromu, jeho zpracování a uložení výřezů.

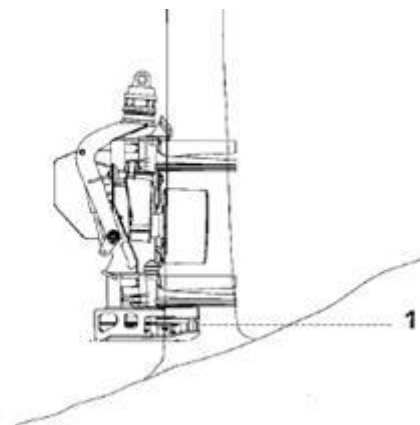
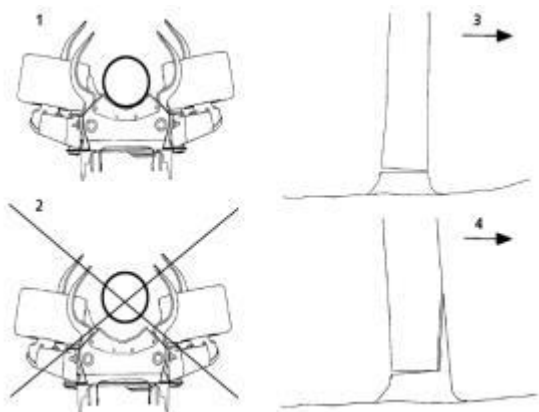
7.3.1. Kácení, odvětvování a krácení

Základním principem při těžbě je, že se **kácení provádí směrem dovnitř těžného porostu**. Faktory, které mají vliv na to, kde by mělo v těžební jednotce začít kácení, jsou umístění skládek, charakter terénu, cesty, elektrovody, hranice, příkopy, vodoteče, převládající směr větru, části porostů, které nemají být těženy, aj. Při kácení stromů by měl operátor vždy zvážit převládající směr větru. Je-li to možné, kácet by měl vždy ve směru větru a nikoliv proti němu. Při kácení by měla být snaha o vytváření co nejnižších pařezů. Oddělovací řez by měl být prováděn bezprostředně nad nejvyšším kořenovým náběhem, a to takovým způsobem, aby se zamezilo zlomům a prasklinám v místě řezu. Hlavice harvestoru by měla být usazena těsně ke kmeni káceného stromu.

U stromů s tloušťkou odpovídající parametrům dané harvestorové hlavice vyžaduje pokácení stromu pouze jediný řez. Nejdříve se hlavice nasadí ke kmeni stromu a vystředí se. Poté se nastaví výška odříznutí, kmen stromu se pevně sevře odvětvovacími noži a operátor dá povel řezacímu ústrojí k provedení hlavního řezu pro oddělení stromu od pařezu. Po odříznutí se pohybem jeřábu stáhne kmen z pařezu. U větších stromů může být pro oddělení stromu od pařezu zapotřebí více než jen jednoho hlavního řezu. V případě, kdy musí být hlavice přemístěna k provedení druhého řezu, měl by jej operátor umístit do stejné úrovně nebo raději o něco výše. Nikdy se nesmí vést druhý řez pod úrovní řezu prvního. Jestliže se provádí hlavní řez, kmen musí být vždy přerézán průběžně (plynule) až do proříznutí celého profilu kmene, protože jestliže se ukončí řez předčasně, pak může kmen na čele prasknout a první výřez se tak znehodnotí.

Během odřezávání stromu nesmí být konána žádná funkce hydraulického jeřábu. Stromy s větší hmotností však mohou být předem trochu předepjaty tím, že hlavní rameno jeřábu se posune před kácením nepatrně směrem nahoru. Když je hlavní řez dokončen, strom by neměl být harvestorem nadzvedáván, ale místo toho by měl být odtažen o malou vzdálenost od pařezu na opačnou stranu, než je směr kácení. Výsledkem toho je, že těžiště stromu se posune a ten začne padat v požadovaném směru. Je velmi důležité, aby se nadzvednutí stromu harvestorem neprovádělo zejména u velkých stromů. Jinak kmen proklouzne uvnitř hlavice a řezací lišta se může snadno poškodit.

Na svazích je vždy nejlépe začít na spodní straně (při patě) svahu. Směr jízdy stroje je tedy do svahu (nahoru). Stromy jsou káceny tak, aby jejich vršky padaly nahoru směrem od stroje. Pak jsou stromy stahovány směrem ze svahu (dolů) za účelem zpracování a gravitace přitom usnadňuje jejich odvětvování. Při kácení ve svahu se nastaví výška řezu tak, aby se při odřezávání kmene neřezalo do země.

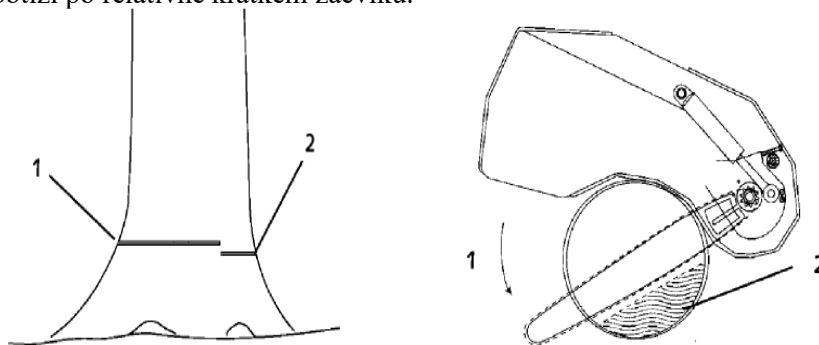


Obr. 7.3. Detaily kácení harvestorovou hlavici
1 – správně, 2 – chybně, 3, 4 – směr kácení

Obr. 7.4. Správná výška řezu (1) při kácení ve svahu

Jednou z metod pro kácení stromů s velkými kořenovými náběhy je provedení směrového zářezu. Zářez se provede ve směru, kterým má být kmen pokácen. Poté se harvestorová hlavice pootočí okolo kmene a kmen se odřízne. Pokud se hlavice neotočí okolo kmene dostatečně, nebude profil kmene proříznut a kmen nespadne v požadovaném směru.

Během doby, kdy strom při kácení padá k zemi, se již může začít s jeho posuvem v harvestorové hlavici za účelem odvětvování. Výhoda tohoto úkonu spočívá v tom, že odvětvování je ulehčeno, neboť vlastní tíha stromu napomáhá jeho protažení harvestorovou hlavici. Při tomto postupu je po pádu stromu na zem již odříznut první výřez. Tento postup vyžaduje jisté zkušenosti, může však být používán bez obtíží po relativně krátkém zácviku.



Obr. 7.5. Provedení směrového a hlavního řezu harvestorem
1 – hlavní řez, 2 – směrový zářez

Během odřezávání výřezů a posuvu kmene musí být hlavice co nejbližší zemi, válce posuvu se však nesmí odírat např. o kameny. Při krácení je vhodné opřít kmen o povrch terénu, aby se zejména u vyšších hmotností zabránilo tvoření prasklin a zlomů na kmeni. Pokud čep výřezu směřuje dolů, drapák nemá být držen příliš vysoko, protože přitom dochází k velkému zatížení hydraulického jeřábu i drapáku. Je zde také riziko, že se kmen stromu při pádu na zem zlomí.

Pokud je strom silně zavětven nebo jsou-li větve tlusté, mohou být na pomoc využity pohybové funkce hydraulického jeřábu, aby se zlepšil odvětvovací výkon (protahovací síla válců). V počítači harvestoru může být rovněž nastavena délka předodvětvení, čímž se ulehčí začátek posuvu dalšího výřezu.

7.3.2. Pracovní postupy při výchovné těžbě

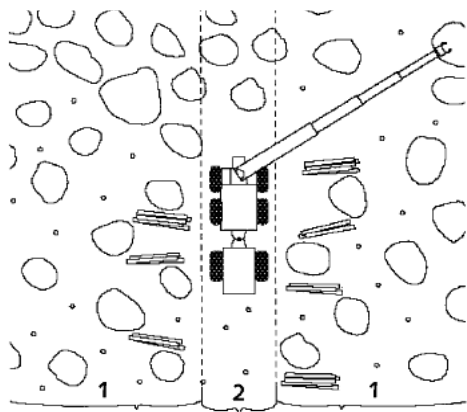
Pracovní postupy výchovných těžeb s využitím harvestorů mohou mít několik variant. Tyto varianty jsou především závislé na hustotě vyvážecích linek, které jsou k dispozici (nebo mohou být v průběhu práce vytvořeny).

A. Výchovná těžba prováděná jen harvestorem s následným vyvážením vyvážecím traktorem

V první modifikaci této metody pojíždí harvester striktně jen po vyvážecích linkách. Předpokládá se, že šířka pracovních polí bude zhruba dvojnásobná, jako je maximální dosah jeřábu harvestoru, tj. rozstup paralelně vedených linek bude činit ca 20 m. Nejdříve je vykácena vyvážecí linka. Stromy se odvětví na vyvážecí lince a klestem se pokryje jízdní dráha nebo její úseky (méně únosná místa). Kořenové náběhy stromů a kořeny, které se mohou lehce poškodit, se rovněž obloží klestem. Pokud je třeba, rozloží se klest pomocí harvestorové hlavice na potřebná místa na lince. Šířka vyvážecí linky by měla být asi 4 metry. Stromy jsou opracovávány přednostně na vyvážecí lince a výřezy ukládány na její opačnou stranu, a to kolmo k ní. Aby se minimalizovalo popojíždění stroje tam a zpět, mohou být stromy káceny střídavě na pravé a levé straně linky. Směr kácení stromů a ukládání vyrobených sortimentů by měly být určeny s ohledem na následné vybírání sortimentů z hromad a ukládání na vyvážecí traktor. Malé stromy na vnější hranici dosahu hydraulického jeřábu je nejlépe zpracovat na vyvážecí lince (z nich získaný klest s výhodou použijeme jako pokryv vyvážecí linky).

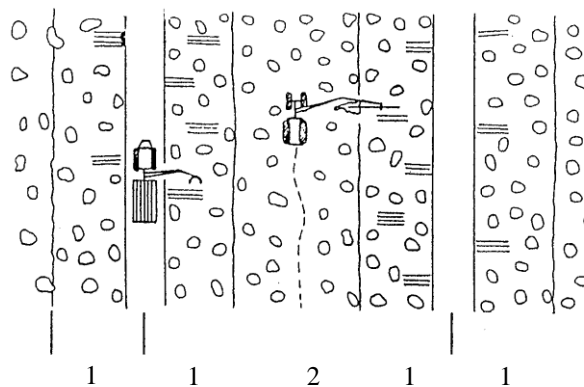
V druhé modifikaci této metody pojíždí harvester po vyvážecích linkách a v osové linii pracovního pole. Předpokládá se, že šířka pracovních polí bude větší než je dvojnásobek max. dosahu jeřábu harvestoru, tj.

že rozestup paralelně vedených linek bude činit ca 30 – 35 m. Dále se předpokládá, že rozestupy stromů v ose pole jsou dostatečné pro průjezd harvestoru nebo že se prokácí pomocná linka (v daném případě nemusí být exaktně přímá, stroj může využívat vhodné mezery v porostu). Vyrobené dříví ukládá harvestor standardním způsobem podél skutečných vyvážecích linek. Pokud je to možné, harvestor nejprve zpracuje dříví v ose pole a ukládá je směrem k lince (alternativně jen kácí a stromy ukládá směrem k lince do zóny dosahu jeřábu). Tuto modifikaci nelze doporučit pro běžné užití, neboť je komplikovaná, se sníženou výkonností a vyžaduje pojezd harvestoru v zásadě po ploše porostu.



Obr. 7.6. Probírka s harvestorem – pojezd jen po linkách

1- dosah harvestoru, 2- šířka linky 3,5 - 4,0 m



Obr. 7.7. Probírka s harvestorem – pojezd po linkách a v ose pracovního pole

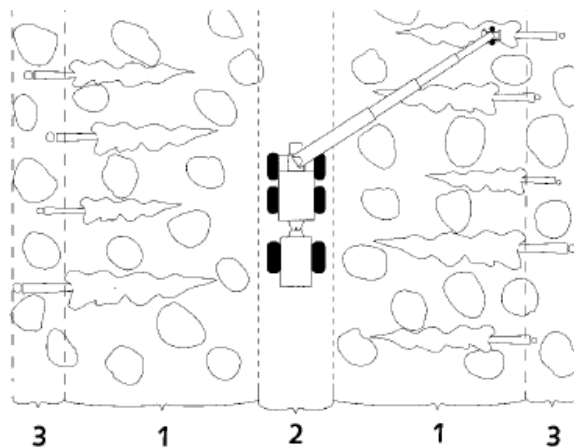
1- zóny v dosahu harvestoru z linky,
2 - zóna zpracovávaná pojezdem v ose pole

B. Výchovná těžba kombinovanou technologií (harvestor a motorová pila)

Pracovní skupina se skládá z obsluhy harvestoru, obsluhy vyvážecího traktoru a dřevorubce. Výhoda této metody spočívá v tom, že jsou kmeny s velkou hmotností pokáceny směrem k vyvážecí lince motorovou pilou a mohou být harvestorem dále zpracovány. Metoda se osvědčila také v příkrém terénu, resp. pokud vyvážecí linka leží ve větší vzdálenosti od druhé (šířka pole je výrazně větší než dvojnásobek dosahu harvestorového jeřábu).

Na začátku pracuje harvestor na vyvážecí lince v dosahu hydraulického jeřábu. Nesmí se kácet motorovou pilou, dokud se harvestor nenachází v bezpečné vzdálenosti. Po prokácení částí pracovních polí v dosahu harvestoru se přistoupí k motomanuálnímu odtěžení stromů na vzdálenější straně pracovního pole (polí). Musí být snaha kácet stromy pilou kolmo k vyvážecí lince. Vyhýbá se kácení stromů ve skupině, protože se zvyšuje poškození při jejich stahování harvestorem a ztěžuje se tím uchopení jednotlivých kmenů. Taktéž se zvyšuje riziko zlomu kmene. Když je manuální zásah ukončen, mohou být ručně pokácené a jinak nezpracované stromy zpracovány harvestorem. Pokud mají být ručně pokácené stromy rozřezány na běžné délky, měla by se harvestorová hlavice vrátit ke kořenovým náběhům a provést zarovnávací řez, aby stroj mohl strom zpracovat ze správného směru. Při dostatečné délce kácené plochy může být každá druhá vyvážecí linka vykácena manuálně pomocí motorové pily.

V ojedinělých případech, kdy je šířka pracovního pole extrémně široká, lze tuto technologii doplnit ještě o konvenční vyklizovací prostředek (naviják), kterým motorovou pilou pokácené celé stromy přitáhneme do zóny dosahu harvestoru. Tato modifikace ovšem výrazně snižuje celkovou výkonnost. Přehled jednotlivých technologických variant výchovné těžby jsou uvedeny v tab. 7.3.



Obr. 7.8. Pracovní postup při probírce s harvestorem a motorovou pilou
 1- dosah harvestoru, 2- šířka linky 3,5 - 4,0 m, 3- oblast manuální těžby

Operace	Rozestup vyvážecích linek		
	malý – 20 m	střední – do 35 m	velký – do 45 m
1.	zpracování stromů na lince a v zóně výložníku podél linky	zpracování stromů na lince a v zóně výložníku podél linky	zpracování stromů na lince a v zóně výložníku podél linky
2.	vyvážení dříví	a) zpracování mezizóny harvestorem *) b) zpracování mezizóny motomanuálně (přikácení stromů), event. vyklížení stromů z mezizóny *)	motomanuální přikácení stromů v mezizóně
3.		zpracování přikácených stromů	vyklížení stromů lanem z mezizóny do výložníkové zóny
4.		vyvážení dříví	zpracování přikácených stromů
5.			vyvážení dříví

Tab. 7.3. Příklady skladby technologických variant využití harvestorů ve výchovných těžbách
 (Erler, 2002) *) alternativně

C. Výchovné těžby v listnatých porostech

Těžební zásah harvestorem v probírce u listnatých dřevin (např. buk) je možný s omezeními. Harvestor poskytuje možnost včasného, správně provedeného a ekonomicky přijatelného zásahu. Poškození stojících stromů se při svědomité práci oproti motomanuálním technologiím snižuje. Je nutné použít silnější stroje (vyšší tíha stromů). Pro překonání nerovností na kmenech je vhodné použít harvestorové hlavice se 4 válci posuvu a kratším základním rámem. Přesto jsou možné problémy s odřezáním přesílených větví. Termín zásahu je nutno volit zásadně na mimovegetační období. Technologie výchovných těžeb harvestory v listnatých dřevinách jsou navzdory vysokým investičním nákladům efektivnější než motomanuální (Erler, 2002). Technická produktivita práce je závislá především na hmotnosti, dřevině, zavětvení, intenzitě probírky, objemu napadané nevyužitelné dendromasy, třídění, terénních podmínkách, přehlednosti porostu a schopnostech operátora.

parametr stromu		spotřeba času (min/strom)		produktivita (m ³ /h)	
d _{1,3} (cm)	hmotnost (m ³)	průběžné stromy	stromy s vidlicí	průběžné stromy	stromy s vidlicí
10	0,07	0,8	1,3	5,6	3,3
20	0,31	1,2	1,8	15,3	10,3
30	0,88	2,5	3,5	20,7	15,1
40	1,55	4,8	6,4	20,0	14,6

Tab. 7.4. Příklad výkonnostních a nákladových parametrů při probírce buku (Erler, 2002)
 Podíl trvání jednotlivých operací: přejezdy 10,3 %, umístění 9,5 %, kácení 19,5 %, zpracování stromu 60,7 %.

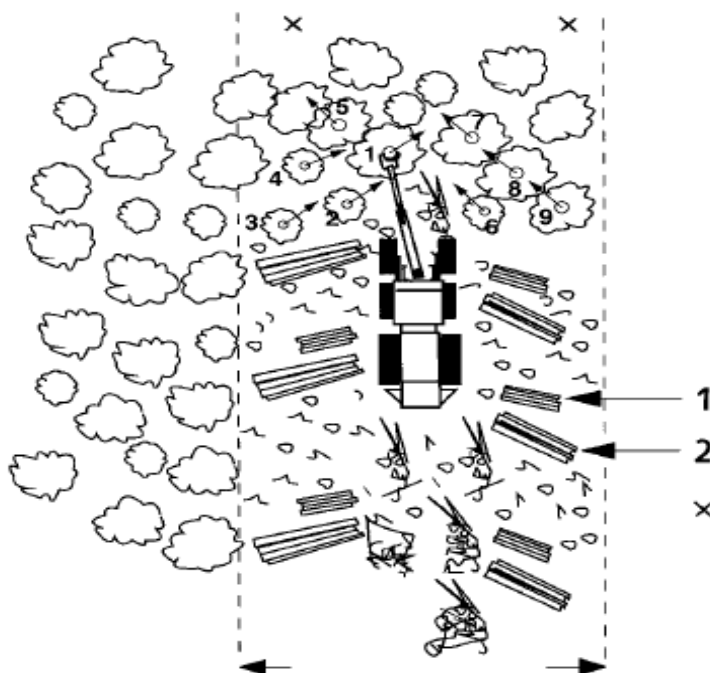
Pracovní postup při zpracování stromů s vidlicí je následující; normální odvětvení do první vidlice, přerušení odvětvení a přeříznutí kmene. Přehmátnutí a opětné uchopení stromu nad vidlicí a

pokračování ve zpracování. Po úspěšném odvětvení jedné části vidlice odříznutí, přehmátnutí a dokončení druhé části vidlice.

7.3.3. Pracovní postupy při mýtní těžbě

U mýtních těžeb je někdy lépe kácet strom před sebe směrem od stroje. Odvětvení pak probíhá na vyvázecké lince bezprostředně před strojem. Výhodou toho je, že vady na kmeni, jako je křivost nebo shnilá místa, je možno zjistit mnohem snáze, než když se kácí po stranách stroje. U obnovní těžby, jestliže to terén dovolí, je zásadou přímo zpracovat a vytěžit pruh o šířce 8 – 12 m při jednom pojezdu harvestoru.

V případě otevření těžební plochy ve směru značení bude kácení směřovat do porostu, stejně tak u mladších porostů, u elektrického vedení, apod. Dále pak bude této metodě dána přednost při velké tloušťce kmenů nebo při bočním větru. Používáním této metody získáme vytěženou oblast, ve které může stroj pracovat. Stromy jsou káceny ve směru ven z pracovního místa, zejména pokud stojí na okraji porostu a hrozí-li jeho poškození



Obr. 7.9. Oboustranné kácení a systém ukládání výřezů v mýtní těžbě

1. Vlákna, 2. Kulatina

V hustém porostu je praktičtější kácení jen jedním směrem. Při oboustranném kácení stromů jsou však pohyby hydraulického jeřábu redukovány. Nejdříve jsou káceny stromy vlevo od střední linie pracovní zóny a pak na pravé straně. Tak se lze vyhnout zbytečným pohybům hydraulického jeřábu. Při této metodě zůstává klest na vývozní lince, jejíž nosnost se tak zlepšuje. Dříví má být ukládáno šikmo ke stroji. Klest a vrcholové části korun stromů se pak nepřimíchávají do hromádek výřezů uložených na protější straně. Vzdálené stromy s velkou hmotností, jejichž tíha je na hranici nosnosti hydraulického jeřábu při jeho maximálním vyložení, mohou být ponechány pro příští těžební postup. Při něm může stroj přijet blíže k danému stromu a ve výhodnější vzdálenosti z hlediska nosnosti výložníku jej pokácet.

7.3.4. Pracovní postupy při zpracování kalamit

Nahodilé těžby, působené klimatickými vlivy, tj. zejména větrem a sněhem, nabývají v současné době na svém významu jak v ČR, tak i v ostatních evropských státech, a to jak z pohledu četnosti jejich výskytu, tak i objemu těžebního dříví. Pro řešení úkolů kalamitních těžeb jsou k dispozici standardní, léty ověřené technologické postupy, založené na motomanuální práci. K těmto konvenčním

technologickým postupům přistupují i nové technologické varianty využívající těžebně-dopravních strojů, zejména harvestorů a vyvážecích traktorů. Pro management lesního provozu z toho plyne nelehký úkol, zvolit vždy nejvhodnější pracovní postup z velkého počtu možností. K výběru jsou přitom i postupy a techniky, které dosud v daném lesnickém regionu nebyly aplikovány a pro něž neexistují žádné vlastní zkušenosti. Učiněná rozhodnutí představují téměř vždy kompromis mezi provozními cíli, bezpečností práce a ergonomií, i mezi pečlivostí a kvalitou provedení prací, stejně jako rentabilitou výroby.

Při realizaci těžby v porostech postižených kalamitou je nežádoucí přílišný spěch. Je nutno zodpovědně navrhnout fundovanou strategii a aktuální situaci průběžně posuzovat a reagovat na ni přijetím vhodných opatření. Již při řešení vhodných postupů zpracování kalamity musíme mít na zřeteli strategii pro obnovu lesa. Zejména harvestorová těžba snižuje potřebu pozdějšího vyklizování ploch, protože klest je již soustředěn na přibližovacích linkách či v jejich blízkosti. Je třeba mít na zřeteli celkové náklady na opatření spojená s lesní těžbou. Například těžba s využitím lesních lanovek je nákladnější, avšak šetrnější vůči prostředí, což v delším časovém horizontu může snížit náklady na potěžební úpravu pracoviště, údržbu komunikací, apod.

Při rozhodování pro volbu určitého technologického a pracovního postupu musejí mít prioritu požadavky bezpečnosti práce. V kalamitních těžbách je zřejmé zvýraznění výhod harvestorů, neboť tyto stroje jsou při svém nasazení v kalamitních těžbách výkonnější a bezpečnější oproti konvenčním způsobům. Jeden ze základních atributů harvestorových technologií těžby spočívá v zamezení přímého styku pracovníků s těžnými stromy a dřívím. V SRN tuto snahu o snížení ohrožení pracovníků úrazem způsobeným těžným kalamitním dřívím vyjadřuje zásada: „*Ani ruka na dřevě, ani noha na půdě*“, se kterou se lze nesporně ztotožnit i v našich podmínkách.

Průběh těžebních prací je v kalamitních porostech většinou rychlejší, než jak bylo předpokládáno. U vysoce mechanizovaných postupů můžeme počítat s výkonností 250 i více m³ za den. 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. Lesní odvozní cesty však často nejsou na tak vysoké dopravní zatížení dimenzovány. Proto je nutno naplánovat jejich kontinuální údržbu.

Technologické postupy stanoví nikoliv dodavatel prací, nýbrž vlastník či správce lesního majetku (lesní podnik). Výrok, který se často používá „*jinak to nejde*“, nemůže být bez řádného zdůvodnění lesním podnikem akceptován. Proto lesní personál musí disponovat dostatečnými znalostmi pro daná rozhodnutí a v případě nutnosti se obrátit na kreativnější dodavatele prací. Před uzavřením smlouvy o provedení kalamitní těžby je nutno provést podrobné seznámení dodavatelů prací s požadovanými technologickými postupy a standardy kvality, měření a evidence dříví. Dodavatel prací je povinen používat jen stroje uvedené v nabídce a potvrzené ve smlouvě nebo stroje s nimi srovnatelné. Ne každý stroj je stejně vhodný pro použití v určitých podmínkách. Nedostatečně dimenzované těžební stroje (s malým stranovým dosahem a nosností) podněcují dodavatele prací k pohybu strojů mimo zadané plochy, zpřístupněné linkami. Při výběru strojů je třeba v případě pochybností vždy rozhodnout ve prospěch výkonnější třídy stroje.

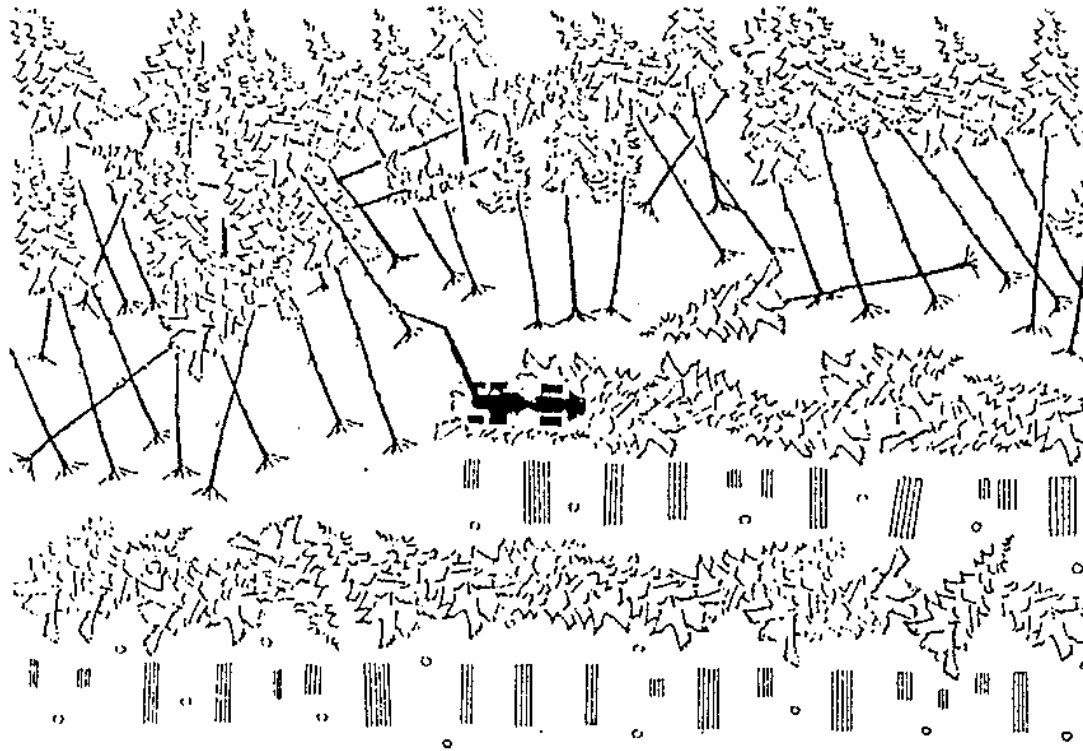
I při použití harvestorů je třeba zachovat rámcový postup zpracování kalamity, samotné nasazení harvestorů je jen jednou z více činností, jež je třeba při zpracování kalamity vykonat:

- pořídit mapové podklady a lokalizovat postižené plochy, zjistit číselné údaje o výši množství, struktuře a lokalizaci poškozeného dřeva
- analyzovat terénní poměry a zpřístupnění územních celků a porostů
- zvolit optimální technologie zpracování kalamity s ohledem na její rozsah, lokalizaci, strukturu postižených porostů, potěžební úpravu a asanaci kalamitních ploch
- navrhnout opatření pro potlačení rozvoje hmyzích škůdců
- zpracovat návrh obnovy kalamitních holin
- vyřešit skladování vytěženého dříví, jeho dopravu a odbyt s cílem dosažení optimálního zpeněžení.

Praktické zásady pro kalamitní těžbu

Zvýšit šetrnost k půdě lze koncentrací pojezdů: zákaz plošného pohybu strojů při těžbě a soustředování dříví. Využívat stávajícího systému dopravního zpřístupnění. Striktně dodržovat pojezdové trasy. Dodržovat rozestupy přibližovacích linek 40 metrů na půdách citlivých na pojezd. Vzniklé vyšší výrobní náklady jsou oprávněné z důvodu ochrany půdy. Nepřipustit zvýšení hustoty zpřístupňovacího systému tak, aby rozstup vyvážecích linek klesl pod 20 metrů na rovině a mírně svazitém terénu a pod 30 metrů na svazích se sklony přes 30 %. Nezakládat nové vyvážecí linky jen proto, že jsou stromy v daném místě obtížněji dostupné. Vyšší výrobní náklady jsou oprávněné a morálně kompenzovány zvýšením šetrnosti k půdě. Šířka vyvážecí linky musí odpovídat zvolenému stroji, nesmí však přesáhnout 4 metry. Významná je správná údržba lesních cest, neboť včasná náprava škod na odvozních cestách zamezí vzniku vysokých následných nákladů.

Zlepšit průchodnost lesních strojů terénem a snižovat negativní působení kolových podvozků na půdu lze důsledným používáním širokých (nízkotlakých) pneumatik. Pokládat na povrch linek vrstvu klestu, zejména na méně únosné úseky a v blízkosti okrajových stromů. Vhodně volit napojení linek na cesty, případně je i částečně zpevnit. Pro bezproblémové přejíždění příkopů vždy uložit při prvním přejezdu do příkopů palivové dříví nebo méně kvalitní výřezy minimální délky 4 m a při poslední jízdě s nákladem tyto výřezy odebrat, příkop upravit a výřezy uložit do příslušných skládek na OM podle sortimentů.



Obr. 7.10. Postup harvestoru při zpracování porostu postiženého kalamitou

Při motomanuálních technologiích je nutný přímý kontakt pracovníka s motorovou pilou s káceným (odřezávaným) stromem, což je za dané situace spojeno se zvýšeným pracovním rizikem. Proto na lokalitě pařez by měly stromy pokud možno být jen pokáceny (tj. kmene odděleny od pařezu). Všechny ostatní práce by měly být prováděny na jiném místě, v případě stromové metody těžby na odvozním místě. V SRN se na rozsáhlých kalamitních plochách v rovinatých terénech pro uvolnění kmene odděleného od pařezu motorovou pilou a pro jeho přemístění (vyklizení) osvědčilo použití dostatečně výkonného pásového rypadla opatřeného drapákem. Uchopení stromu drapákem na výložníku rypadla zvyšuje bezpečnost a zabraňuje tímto praskání kmene. Méně vhodné je v takových případech používání navijáků na traktorech a tahačích. U méně rozsáhlých kalamitních ploch a na mírných svazích je možno nasadit výkonnější tahače opatřené lanovými navijáky a rampovači. Na prudkých svazích se provádí

soustředování dříví pomocí lanového dopravního zařízení. Odvětvování a rozřezání kmenů probíhá u lesní odvozní cesty.

U zvláště nebezpečných vyvrácených stromů se doporučuje odřezat kmen od pařezu tak, aby byl ponechán delší pahýl (min. výška koláče), který zabrání převrácení kořenového talíře na pracovníka odřezávajícího kmen od pařezu. Zvláště nebezpečné kořenové talíře se zajišťují lanovými tahači nebo pásovými rypadly. Upřednostňovat odříznutí kořenového koláče harvestorem (je tak vyřešena nejnebezpečnější činnost při zpracování vyvrácených stromů).

Při výrobě dlouhého dříví by měl harvestor vjíždět na kalamitní plochu ze strany, při výrobě krátkého dříví kolmo k hlavnímu směru větru. Je třeba dávat pozor na možný přenos silných tahových a nárazových silových momentů na harvestor, vznikajících při odříznutí napružených stromů. Pracovní výkonnost harvestoru se v kalamitách snižuje z důvodu vyšší pracnosti separátního zpracování stojících pahýlů stromů a odlomených korunových částí, což vyžaduje manuální řízení a třídění namísto automatického. Vhodné je vybavit pracovníky (strojník a pracovníci v porostu) radiostanicemi pro zlepšení jejich vzájemné komunikace.

Prezentované technologické postupy

Technologické postupy, které jsou vhodné pro zpracování kalamitního dříví, jsou uvedeny v následujícím tabelárním přehledu. K jeho zpracování bylo mj. využito podkladů Výzkumného ústavu lesnického ve Freiburgu v SRN. Postupy jsou sestaveny do skupin s přihlédnutím na terénní podmínky, jsou charakterizovány základní strojní prvky technologických operací a rámcově i jejich produktivita a typické zvláštnosti. Ke každému z těchto postupů je udána oblast použití, šířky pracovních polí (rozestup linek), orientační údaje o výkonnosti a nejdůležitější výhody a nevýhody. Výkonnostní rozmezí jsou tvořena průměrnými hodnotami pro jehličnaté a listnaté dříví a pro všechny věkové třídy a mohou být proto použita pouze pro hrubé odhady v rámci rozsáhlejších kalamitních ploch. Zároveň je třeba zdůraznit, že **mnohé z dále uvedených zásad jsou platné i v těžbě úmyslné.**

I. Pracovní postupy v převážně rovinatých terénech se sklonem do 30 %

Zpracování kalamitní těžby by zde mělo probíhat přednostně vysoce mechanizovanými postupy. To znamená, že jak v těžbě jehličnatého, tak i listnatého dříví jsou nasazovány výkonné harvestory. Zejména vhodný je k tomuto účelu pásový harvestor, který v protikladu ke kolovému harvestoru zpravidla disponuje nezbytnými výkonovými rezervami. U kolových harvestorů podávají uspokojivé výsledky pouze vyšší výkonnostní třídy. Z důvodu vysokého rizika vzniku úrazů po odtěžení vyvrácených stromů je žádoucí provádět urovnávání a odstraňování kořenových koláčů vyvrácených stromů zpravidla pomocí harvestorů, případně pomocí pásových rypadel opatřených drapáky.

II. Pracovní postupy ve svažitých polohách se sklonem od 30 do 50 %

Zpracování kalamitní těžby lze očekávat převážně pracovními postupy s malým stupněm mechanizace. Technologie využívající pásových harvestorů je sice vhodná, avšak prozatím je k dispozici pouze v malém rozsahu, takže je možno ji navrhnout a využívat pouze v ojedinělém případě. Těžba probíhá převážně motomanuálně. Soustředění dříví se provádí tahači vybavenými lanovými navijáky. Opracování dříví se vykonává na vhodných místech zpravidla taktéž motomanuálně. Na lokalitě pařez se stromy neodvětvují, s výjimkou velmi malých objemů těžeb (ojedinělé stromy).

III. Pracovní postupy ve svažitých polohách se sklonem nad 50 %

Těžba probíhá zpravidla motomanuálně. Vyklizování i přibližování se zásadně provádí lanovým jeřábem. Zpracování se provádí pomocí procesoru nebo motomanuálně. Kapacity skládek jsou většinou velkým problémem, proto účinnou pomocí je kontinuální odvoz dříví.

Pracovní postupy jsou názorně zpracovány v tab. č. 7.5, která se nachází na následujících stránkách.







Tab. 7.5. Přehled variant technologických postupů zpracování kalamitní těžby (začátek):




I. ROVINATÉ TERÉNY SE SKLONEM DO 30 %



a) Motomanuální těžební technologie s využitím motorové pily




Pokácení	Uvolnění a vyklížení	Odvětvování	Rozřezání	Přibližování	Skládkování	Technologický postup č. 1
						
4 – 12 m ³ /h	4 – 15 m ³ /h	2 – 5 m ³ /h		6 – 15 m ³ /h		
Oblast uplatnění:		- plošné škody > 1 ha - listnaté i jehličnaté dřeviny, nikoliv slabé dříví				
Přednosti:		- rozestup linek > 20 m - standardní stroje a postupy				
Nevýhody:		- organizační náročnost, obtížné sladění kapacit				



b) Mechanizované technologie



Práce v dosahu výložníku harvestoru						Technologický postup č. 2
Pokácení	Uvolnění a vyklížení	Odvětvování	Rozřezání	Přibližování	Skládkování	
						
	Velký kolový harvestor 8 – 20 m ³ /h			Vyvážecí traktor 10 – 20 m ³ /h Traktor + svěrný oplen 10 – 30 m ³ /h		
Práce uvnitř pracovního pole mimo dosah výložníku harvestoru						
Pokácení	Uvolnění a vyklížení	Odvětvování	Rozřezání	Přibližování	Skládkování	
						
4 – 12 m ³ /h	4 – 15 m ³ /h	Střední kolový harvestor 8 - 15 m ³ /h Velký kolový harvestor 8 – 20 m ³ /h		Vyvážecí traktor 10 – 20 m ³ /h Traktor + svěrný oplen 10–30 m ³ /h		
Oblast uplatnění:		- jednotlivé vývraty, plošky i plošné škody - především jehličnaté dřeviny (listnáče omezeně)				
Přednosti:		- klest na linkách, úklid těžebních zbytků z větší části proveden - šetrnost k půdě, rozestup linek > 20 m				
Nevýhody:		- vysoké organizační nároky - rizikovost práce při manuálním kácení - výrobní náklady				

Pokácení	Uvolnění a vyklížení	Odvětvování	Rozřezání	Přibližování	Skládkování	Technologický postup č. 3
						
4 – 12 m ³ /h	Střední kolový harvestor 7 - 20 m ³ /h Velký kolový harvestor 10 – 25 m ³ /h		Vyvážecí traktor 10 – 20 m ³ /h Traktor+svěrný oplen 10 – 30 m ³ /h			
Oblast uplatnění:	<ul style="list-style-type: none"> - plošné škody > 1 ha - především jehličnaté dřeviny (listnáče omezeně) 					
Přednosti:	<ul style="list-style-type: none"> - velká výkonnost při zpracování - vysoká výkonnost přibližování - možné krátké přesuny po vlastní ose 					
Nevýhody:	<ul style="list-style-type: none"> - intenzita pojezdu po ploše, rozestup linek 10 – 20 m - rizikovost práce při manuálním kácení 					




Pokácení	Uvolnění a vyklížení	Odvětvování	Rozřezání	Přibližování	Skládkování	Technologický postup č. 4
						
	Velký kolový harvestor 8 – 20 m ³ /h		Vyvážecí traktor 10 – 20 m ³ /h Traktor+svěrný oplen 10 – 30 m ³ /h			
Oblast uplatnění:	<ul style="list-style-type: none"> - plošné škody > 1 ha - především jehličnaté dřeviny (listnáče omezeně) 					
Přednosti:	<ul style="list-style-type: none"> - vysoká bezpečnost práce (vyloučena manuální práce při kácení) - velká výkonnost při zpracování a při přibližování - možné krátké přesuny po vlastní ose 					
Nevýhody:	<ul style="list-style-type: none"> - vyšší riziko vzniku poruch, opotřebení řezacího ústrojí - intenzita pojezdu po ploše, rozestup linek 10 – 25 m 					

Pokácení	Uvolnění a vyklížení	Odvětvování	Rozřezání	Přibližování	Skládkování	Technologický postup č. 5
						
4 – 12 m ³ /h	Střední pásový harvestor 10 - 25 m ³ /h Velký pásový harvestor 10 – 30 m ³ /h		Vyvážecí traktor 10 – 20 m ³ /h Traktor+svěrný oplen 10 – 30 m ³ /h			
Oblast uplatnění:	<ul style="list-style-type: none"> - plošné škody > 3 ha - především jehličnaté dřeviny (listnáče omezeně) - při sklonech terénu nad 30 % přibližování lanem navijáku nebo lanovkou 					
Přednosti:	<ul style="list-style-type: none"> - vyšší bezpečnost práce - velká výkonnost při zpracování a přibližování - velké zdvihové síly, dostatečný dosah výložníku - rozestup linek do 25 m 					
Nevýhody:	<ul style="list-style-type: none"> - na cesty se zpevněným povrchem nelze použít - organizační náročnost, přeprava podvalníkem 					





Pokácení	Uvolnění a vyklízení	Odvětvování	Rozřezání	Přibližování	Skládkování	Technologický postup č. 6
						
Střední pásový harvestor 8 - 20 m ³ /h Velký pásový harvestor 8 - 25 m ³ /h			Vyvážecí traktor 10 - 20 m ³ /h Traktor+svěrný oplen 10 - 30 m ³ /h			
Oblast uplatnění:	<ul style="list-style-type: none"> - plošné škody > 3 ha - především jehličnaté dřeviny (listnáče omezeně) - při sklonech terénu nad 30 % přibližování lanem navijáku nebo lanovkou 					
Přednosti:	<ul style="list-style-type: none"> - vyšší bezpečnost práce - velká výkonnost při zpracování a přibližování - velké zdvihové síly, dostatečný dosah výložníku 					
Nevýhody:	<ul style="list-style-type: none"> - intenzita pojezdů po ploše, rozestup linek 16 - 20 m - na cesty se zpevněným povrchem nelze použít - organizační náročnost, přeprava podvalníkem 					





Pokácení	Uvolnění a vyklízení	Odvětvování	Rozřezání	Přibližování	Skládkování	Technologický postup č. 7
						
3 - 10 m ³ /h	4 - 12 m ³ /h	2 - 5 m ³ /h		6 - 15 m ³ /h		
Oblast uplatnění:	<ul style="list-style-type: none"> - jednotlivé vývraty, plošky i plošné škody - listnaté i jehličnaté dřeviny, nikoliv tenké dříví - zpřístupnění přibližovacími linkami 					
Přednosti:	<ul style="list-style-type: none"> - všechny součásti strojního parku jsou běžným vybavením lesního provozu - jednoduchá organizace práce pro operativní nasazení - rozestup linek > 20 m 					
Nevýhody:	<ul style="list-style-type: none"> - nižší výkonnost - vyšší bezpečnostní riziko 					

II. SVAŽITÉ TERÉNY SE SKLONEM 30 - 50 %


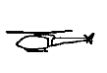

Pokácení	Uvolnění a vyklízení	Odvětvování	Rozřezání	Přibližování	Skládkování	Technologický postup č. 8
						
3 - 10 m ³ /h	Střední pásový harvestor 7 - 20 m ³ /h			Vyvážecí traktor 10 - 20 m ³ /h Traktor+svěrný oplen 10 - 30 m ³ /h		
Oblast uplatnění:	<ul style="list-style-type: none"> - plošné škody > 3 ha - především jehličnaté dřeviny (listnáče omezeně) - při sklonech terénu nad 30 % přibližování lanem navijáku nebo lanovkou 					
Přednosti:	<ul style="list-style-type: none"> - velká výkonnost při zpracování a přibližování - těžba a přibližování dříví mohou probíhat odděleně - velké zdvihové síly, dostatečný dosah výložníku 					
Nevýhody:	<ul style="list-style-type: none"> - intenzita pojezdů, rozestup linek 16 - 22 m - vyšší rizikovitost práce při kácení - na cesty se zpevněným povrchem nelze použít - organizační náročnost, přeprava podvalníkem 					

III. SVAŽITÉ TERÉNY SE SKLONEM NAD 50 %

Pokácení	Odvětlování	Rozřezání	Soustředování	Skládkování	Technologický postup č. 9
					
	1 – 3 m ³ /h		3 – 15 m ³ /h	6 – 15 m ³ /h	
Oblast uplatnění:	<ul style="list-style-type: none"> - plošné škody, objem těžby > 500 m³ - listnaté i jehličnaté dřeviny, nikoliv tenké dříví - přibližovací vzdálenost 150 – 600 m, vyklizování lanem do 200 m 				
Přednosti:	<ul style="list-style-type: none"> - běžné nároky na organizaci, zpracování stromů a přibližování dříví může probíhat odděleně - půda nezatížena pojezdem strojů 				
Nevýhody:	<ul style="list-style-type: none"> - vyšší rizikovost při manuální práci s pilou - nižší výkonnost, vyšší výrobní náklady - klest zůstává na ploše porostu 				

Pokácení	Uvolnění a vyklizení	Soustředování	Odvětlování	Rozřezání	Skládkování	Technologický postup č. 10
						
3 – 9 m ³ /h	3 – 10 m ³ /h		2 – 5 m ³ /h		6 – 15 m ³ /h	
Oblast uplatnění:	<ul style="list-style-type: none"> - plošné škody, objem těžby > 500 m³ - listnaté i jehličnaté dřeviny, nikoliv tenké dříví - přibl. vzdálenost 150 – 600 m, vyklizování lanem do 250 m 					
Přednosti:	<ul style="list-style-type: none"> - vyšší bezpečnost práce - půda nezatížena pojezdem strojů, odstranění klestu z plochy 					
Nevýhody:	<ul style="list-style-type: none"> - nároky na organizaci, žádoucí větší lanovka - klest soustředěn mimo porost - jsou soustředěny i méněhodnotné sortimenty - nutná větší prostora odvozního místa nebo nutnost kontinuálního odvozu dříví 					

IV. NEPŘÍSTUPNÉ LOKALITY

Pokácení	Odvětlování	Rozřezání	Soustředování	Skládkování	Technologický postup č. 11
					
	1 – 3 m ³ /h		Vrtulník střední 20 - 45 m ³ /h Vrtulník velký 45 – 65 m ³ /h	6 – 15 m ³ /h	
Oblast uplatnění:	<ul style="list-style-type: none"> - nepřístupné a zvláště citlivé lokality - doba obrátky < 3 min. - listnaté i jehličnaté dřeviny, nikoliv tenké dříví 				
Přednosti:	<ul style="list-style-type: none"> - velká výkonnost soustředování - minimální nároky na zpřístupnění porostů - půda nezatížena provozem strojů 				
Nevýhody:	<ul style="list-style-type: none"> - vyšší rizikovost při manuální práci s pilou - organizační náročnost - vysoké náklady na soustředování - hluk, závislost na povětrnostních podmínkách 				

šedě vybarvené části tabulky = práce prováděny v porostu	nevybarvené části tabulky = práce prováděny mimo porost
---	--

Tab. 7.5. Přehled variant technologických postupů zpracování kalamitní těžby (konec)

7.4. Pracovní postupy s vyvážecím traktorem

Soustředování dříví vyvážení je technologickou fází, která může sestávat ze dvou operací (tj. z vyklizování a vlastního vyvážení dříví) nebo jen z operace jediné (vyvážení), přičemž obě operace jsou zajištěny jediným mechanizačním prostředkem, tj. vyvážecí soupravou nebo vyvážecím traktorem.

Protože jsou jak vyvážecí soupravy, tak i vyvážecí traktory vybaveny hydraulickým jeřábem s drapákem, může skutečně být, avšak ve výchovných těžbách spíše jen na teoretické úrovni, zvolen takový technologický postup, že dříví je z porostu od pařezu vyklizováno pomocí jen tohoto jeřábu, a to na vzdálenost danou jeho max. dosahem cca 6 – 10 m, a průběžně nakládáno na ložnou plochu a následně poté vyváženo. Je to technologická alternativa sice technicky možná ve výchovných i mýtních těžbách, avšak ve výchovných těžbách je ekonomicky málo výhodná, vzhledem k nízké výkonnosti stroje při vyklizování jednotlivých kusů dříví drapákem na hydraulickém jeřábu vyvážecího prostředku, i vzhledem k omezenému dosahu tohoto jeřábu do porostu.

Proto naprosto převažující alternativou ve výchovných těžbách je pojetí vyvážení dříví chápané jako technologická fáze tvořená jedinou operací, pro kterou je dříví z porostu předem vyklizeno (u harvestorových technologií přímo harvestorem) a připraveno na hromádky k okrajům vývozní linky, kde teprve pak je vyvážecím prostředkem naloženo a vyvezeno.

7.4.1. Přínosy a nevýhody technologie soustředování dříví vyvážení

Hlavní výhodou je výrazné snížení fyzické námahy pracovníků ve srovnání s vázáním úvazků, menší závislost na počasí, odstranění některých nepříjemných a nebezpečných prací (poutání a odvazování úvazků v bahně či sněhu, prodírání bušení, podrostem a klestem) a snížení rizika úrazů (nejvíce úrazů vzniká při úvazkovém soustředování dříví od poškozeného, např. roztřepeného lana a od samotného dříví). Výhodou je i možné podstatné zvýšení denní produktivity práce v přepočtu na jednoho pracovníka až na 60 a více m³ soustředěného dříví (v příznivých podmínkách i přes 200 m³), což je při manuálním vázání úvazků a zatahování lana navijákem do porostu nedosažitelné. Velmi významným faktorem operace vyvážení je, že dopravované dříví není poškozováno a znečišťováno vlečením po zemi (což má značný komerční význam z pohledu dodavatelско-odběratelských vztahů – za dodávku znečištěného dříví mnozí odběratelé udělují citelné srážky z kupní ceny) a nedochází k narušování půdního povrchu rytím čel výřezů do povrchu půdy, případně i poškozování stojících stromů stykem s vlečeným dřívím.

Specifický je rozdíl vlivu transportovaného nákladu na velikost trakční síly u vyvážecích traktorů a souprav s pohonem všech kol, oproti vlivu vlečeného nákladu přibližovacími traktory a tahači. Lze konstatovat, že se adhezní síla vyvážecího prostředku vlivem zátěže vyvážení břemene významně zvyšuje a jízdní odpor, způsobený nárůstem valivého tření kol, se přitom zvýší jen mírně. V případě vlečení břemene za traktorem se však adhezní síla traktoru zvýší jen málo (nebo se dokonce může i snížit vlivem odlehčení přední hnané nápravy) a výrazně narůstá odporová síla smykového tření břemene (vlečeného dříví).

U vyvážecích prostředků není tedy tak akutním riziko vzniku prokluzu kol, jako je tomu u traktorů a tahačů při vlečení dříví, a tento významný druh poškození půdy (frézování rýh prokluzujícími koly) se stává méně závažným. Vzdává však riziko hutnění půdy jejím větším zatížením při pojezdu vyvážecího stroje. Tento problém je však konstrukčně řešitelný zvyšováním počtu kol, zdvojením kol na nápravě (bogie nápravy), kolopásky a zvětšováním šířky pneumatik. Hutnění půdy pojezdem strojů lze však omezit i organizačními opatřeními, jak je o tom psáno na jiném místě těchto skript.

Objektivními nevýhodami vyvážecích souprav a vyvážecích traktorů však jsou:

- sklon terénu vyhovuje bez větších problémů jen do ca 40 – 45 % při soustředování dříví po spádnicí. Ve vyšších sklonech už je ohrožena stabilita stroje a podstatně se snižuje jeho manévrovatelnost
- vysoké umístění těžiště vozidla (dno ložné plochy se u větších typů strojů nachází až ve výši 145 cm nad terénem), příčná stabilita naloženého stroje se tak snižuje, a proto je nutno na větších sklonech volit směr pojezdů naložených vyvážecích prostředků kolmo na vrstevnice.

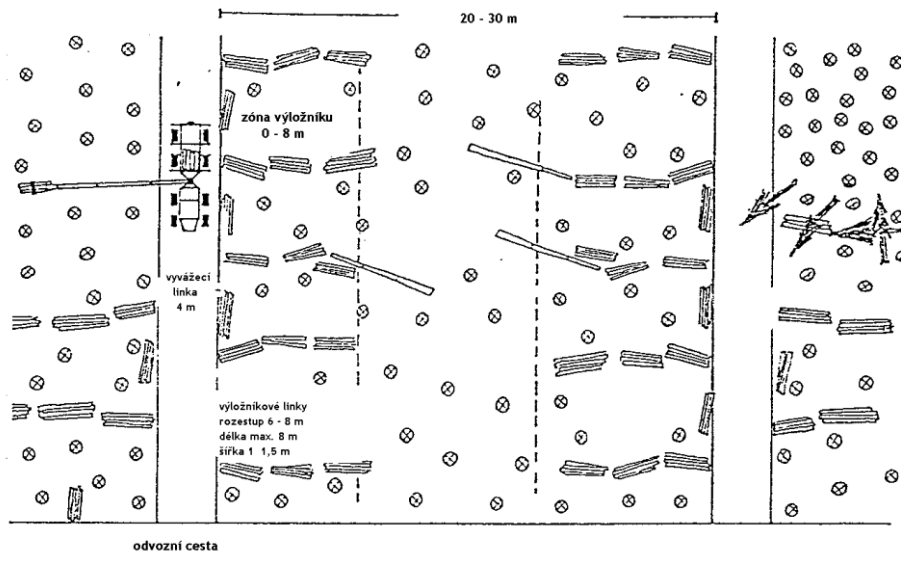
Použitím volby nákladového prostoru ALS, je ložná plocha hydraulickým systémem nakloněna směrem ke svahu, čímž dochází k příznivé změně příčné polohy těžiště a ke zvýšení příčné stability. Účinným opatřením pro zvýšení podélné stability při jízdě po svahu dolů je poutání strojů na lana trakčních navijáků

- ve větších sklonech terénu skutečnost, že vozidla, vzhledem k jejich většímu poloměru zatáčení, nezvládají výjezdy ze svahové cesty do terénu a naopak – tyto výjezdy je třeba vhodně připravit
- ve výrazně konkávních a konvexních terénech může být problém s délkou prostředku (s nákladem činí tato délka cca 10 m).

7.4.2. Přehled modelových technologií vyvážení dříví

Harvestor + vyvážecí traktor je v současnosti nejtypičtější příklad technologie vyvážení dříví. Používají se ve výchovných i obnovních těžbách. Harvestor kácí stromy a vytahuje je na linku, kde je odvětvuje a vyrábí z nich sortimenty, které ve výchovných těžbách ukládá mimo průjezdný profil linky a v obnovních těžbách je ukládá do hromádek na těžební ploše. Vyvážení realizuje vyvážecí traktor (zpravidla nikoliv vyvážecí souprava, jejíž výkonnost bývá oproti výkonnosti harvestoru výrazně nižší).

Protože vyvážecí traktory i vyvážecí soupravy jsou v současnosti používány i v některých jiných technologiích, uvádíme pro úplnost jejich některé příklady, přestože tyto technologie nejsou výrazně rozšířeny. **Motorová pila + ruční snášení dříví + vyvážecí souprava nebo vyvážecí traktor** se používá ve výchovných těžbách v motomanuální sortimentní metodě, variantě standardních délek, kdy dřevorubec snáší (vyklizuje) vyrobené krátké výřezy k lince, po které pak následné vyvážení realizuje sortimentní vyvážecí stroj. Je výhodné přitom použít hydraulické jeřáby s prodlouženým dosahem cca 10 m. Rozestup vyvážecích linek činí cca 20 m, po 6-8 m jsou pravoúhle napojeny linky pro hydraulický jeřáb, na kterých je připraveno dříví, vyvážecí traktor vyklizuje i vyváží. Tuto technologii lze použít v mladších a středněvěkých jehličnatých porostech.

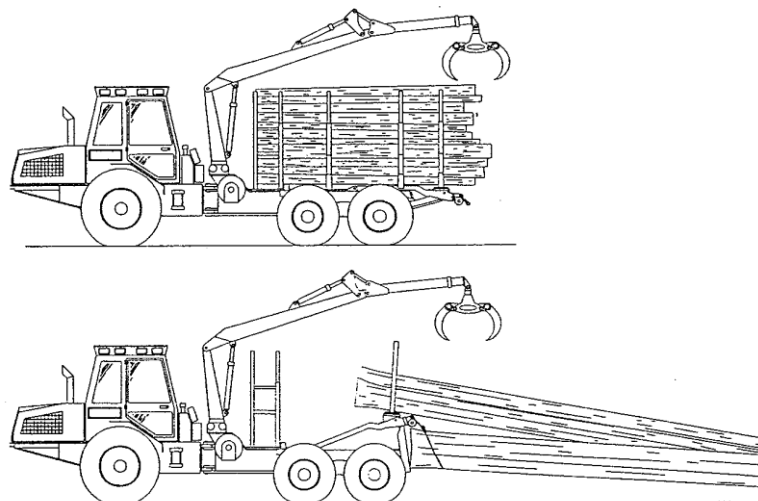


Obr. 7.11. Metoda vyklizování a vyvážení dříví vyvážecím traktorem při motomanuální těžbě

Motomanuální těžba dlouhého dříví a jeho manipulace, rozvoz a ukládání do skládek vyvážecím traktorem s **drapákem opatřeným řezacím zkracovacím ústrojím**. Tato technika umožňuje kombinaci nakládání připravených sortimentů se surovými výřezy, maximální kapovací tloušťka je 60-90 cm.

Použití kombinovaného vyvážecího traktoru technologií vyklizování dříví z porostu lanem navijáku, jímž je vybaven vyvážecí traktor, a jeho následné naložení na ložnou plochu traktoru. Naložení může být úplné (krátké dříví), nebo jen částečné (uložení oddenků dlouhého dříví mezi zadní

klanice a jistění nákladu lanem navijáků) – dříví je tak dopravováno v polozávěsu. Tato technologie řeší potřebu soustředování krátkého i dlouhého dříví jediným strojem. Technické řešení je ve dvou variantách: sklopná část klanic, posuvný podvozek a demontovatelné klanice.



Obr. 7.12. Vyvážení dříví kombinovaným vyvážecím traktorem
(opatřeným navijákem pro vyklizování a přibližování dříví vlečením)

Motorová pila + kuň + procesor + vyvážecí souprava nebo vyvážecí traktor se používá ve výchovných těžbách, kdy jsou celé stromy vyklizeny koněm k lince, následuje jejich zpracování procesorem a uložení vyrobených výřezů k lince. Poté jsou výřezy vyváženy vyvážecím strojem.

Motorová pila + mobilní navijedlo + procesor + vyvážecí souprava nebo vyvážecí traktor se používá ve výchovných těžbách, kdy jsou celé stromy vyklizeny k lince mobilním navijedlem a po zpracování procesorem jsou výřezy vyváženy vyvážecí soupravou. Namísto mobilního navijedla lze použít naviják traktoru, pak se může jednat i o využití integrované těžby se současným vyklizováním vytěženého dříví.

7.4.3. Zahájení soustředování dříví

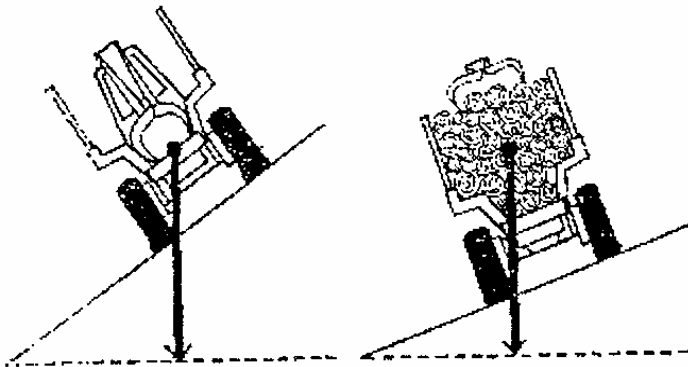
Je nutno zkontrolovat a zabezpečit, aby plocha plánované skládky byla čistá a bez překážek. Dále je třeba ověřit náročnost terénních podmínek, zda je těžební plocha ve stavu po motomanuální nebo po mechanizované těžbě, apod. Po mechanizované těžbě jsou vyvážecí linky obvykle průjezdné a zřetelné, takže se vyvážecí traktor může volně pohybovat. Takto tomu není vždy u motomanuální těžby motorovou pilou. Hlavní vyvážecí linka musí být navrhována s rozmyslem, a to zejména u vysokých objemů dopravovaného dříví, protože tato dopravní trasa musí zabezpečit většinu transportu vytěženého dříví. Pokud bude vyvážecí traktor přejíždět při vyvážení odvodňovací příkop, je nezbytné ho zajistit proti poškození, obvykle jeho vyplněním kulatinou. Po skončení vyvážení je nutné uvést příkop do původního stavu.

Při použití vyvážecího traktoru se začne nakládat na nejbližším místě od skládky a postupuje se plynule směrem k ní. Takový postup vyvážení dříví je vhodný v případě, že je těžba harvestorem již ukončena, tj. pokud je kácení ukončeno před začátkem vyvážení. Vyvážecí traktor se tak nemusí otáčet na lince, což je obtížné zejména v probírkách, kdy jsou porosty husté. Málo únosný, strmý nebo skalnatý terén uprostřed porostu lze přejet s částečně naloženým traktorem a nakládání dokončit blíže skládky. Toto opatření však redukuje vytěžování vyvážecího traktoru plným nákladem, čímž je ovlivněna výkonnost stroje, neboť nevyužíváme jeho plné nosnosti. Nesprávnou přípravou pracoviště se tak může výrazně snížit denní objem výroby. Ve strmém terénu se vždy preferuje nakládání a vyvážení dříví směrem ze svahu. Tím snižujeme energetickou náročnost přepravy dříví vyvážecím traktorem a umožňujeme plynulé a rovnoměrné nakládání dříví mezi klanice.

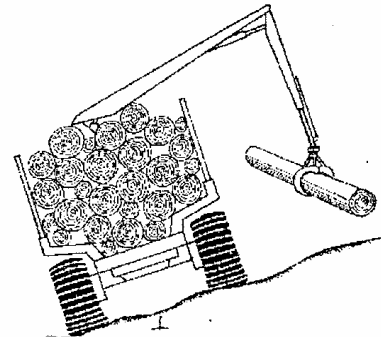
7.4.4. Sestavování nákladu a soustředování

Při soustředování krátkých výřezů dříví vyvázečými traktory se vyklizování a sestavování nákladu liší podle toho, zda se jedná o těžbu mýtní plošné nebo o těžbu výchovné, příp. výběrné. U plošných těžeb může být vyklizování integrováno do jediné operace se sestavením nákladu, protože pohyb vyvázečích traktorů bývá možný po linkách vložených dostatečně hustě po celé těžební ploše. U výchovných těžeb je pohyb vyvázečeho traktoru omezen jen na linky, a proto musí být vyklizování dříví k nim realizováno jiným prostředkem (např. harvestorem, koněm, navijákem, manuálním snášením, apod.). Hromádky přitom musí být ukládány do mezer mezi stromy, mimo průjezdný profil linky! Vyvázečí stroj pak nakládáním předem připravených hromádek výřezů sestavuje náklad.

Pro pohyb všech vyvázečích strojů terénem i po linkách platí, že jsou vzhledem k vysoko položenému těžišti citlivější na příčný sklon, než traktory soustřeďující dříví vlečením. Po linkách, u kterých se kombinuje podélný a příčný sklon, se proto pojíždí pouze bez nákladu, pojezd s nákladem se omezuje jen na linky bez příčného sklonu! Jestliže se nelze vyhnout jízdě vyvázečeho stroje po vrstevnici, stroj se „vyvažuje“ vyložení hydraulického jeřábu proti svahu (případně se ještě do drapáku v zájmu zvýšení protizátěže uchopí břemeno - např. výřez). Při jízdě vyvázečeho stroje po vrstevnici by se dříví mělo na ložnou plochu nakládat jen z prostoru nad linkou, aby se vyloučilo nebezpečí převrácení stroje klopným momentem jeřábu a břemene.

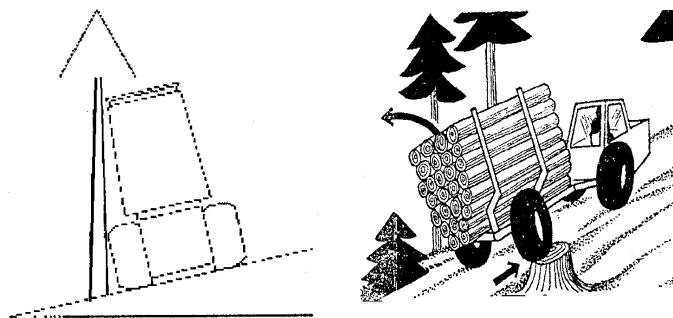


Obr. 7.13 Změna polohy těžiště vyvázečeho traktoru před naložením a po naložení



Obr. 7.14. Vyvažování příčného náklonu vyvázečeho traktoru

Pro vyvázečí soupravy (zejména jednodušších a levnějších provedení) je typické, že spojení tažného prostředku s přívěsem je volné a neumožňuje jeho aktivní směrové řízení při couvání. Vzhledem k tomu, že schopnost takových vyvázečích souprav zacouvat do slepé linky je velice omezená až nemožná, je vhodné až nezbytné trasovat vývozní linky jako průběžné. Couvání s vyvázečím traktorem, jakož i s dokonalejšími typy vyvázečích souprav, je snazší, neboť princip jejich řízení je shodný nebo obdobný popsanému tzv. zlamovacímu řízení. Proto vyvázečí traktory mohou používat i zpřístupňovací síť tvořenou z části slepými linkami. Z hlediska optimalizace provozu, jakož i zvýšení šetrnosti vůči půdě, by i v tomto případě měly být linky projektovány jako průjezdné, aby se vyloučil zbytečný nárůst přejezdů strojů po stejné dráze.



Obr. 7.15. Zvýšené nebezpečí střetu vyvázečeho traktoru se stromem: při jízdě po vrstevnici (vlevo), při jízdě přes vyšší pařez (vpravo)

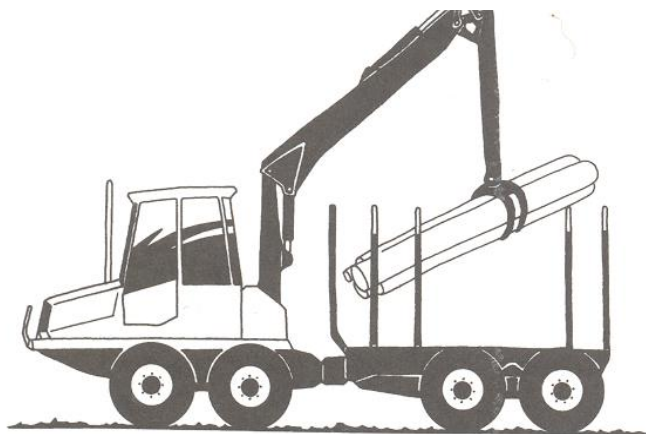
Pokud vyvážecí stroj při jízdě s nákladem uvázne (např. na neúnosném místě linky), mnohdy nezbyvá, než část nákladu složit vedle linky a vyvézt ji až při další jízdě s nákladem (pokud není vyvážecí stroj vybaven vlastním vyprošťovacím navijákem).

V některých případech může být účelné použít vyvážecí soupravu i pro odvoz dříví. Je tomu např. tehdy, jestliže je odvozní vzdálenost tak krátká, že se vyloučením jednoho nakládání a skládání nákladu ušetří delší čas, než je rozdíl spotřeby času na odvoz automobilovou odvozní soupravou ve srovnání se spotřebou času na odvoz pomalejší vyvážecí soupravou. V některých evropských regionech je pak odvážení krátkých výřezů sortimentní vyvážecí soupravou naprosto běžnou technologií v horských oblastech, ve kterých je odvozní síť dimenzována právě jen pro vyvážecí soupravy, a provoz rozměrnějších automobilních odvozních souprav vůbec neumožňuje.

Hlavní dřevina je obvykle vyvážena nejdříve. Pořadí vyvážených sortimentů dříví závisí na těžební technologii. Jestliže dřevorubec pracující s řetězovou pilou ukládal všechny sortimenty samostatně vedle vývozní cesty, není pořadí vyklizování důležité. Jestliže je však vlákninové dříví ukládáno na vrchol hromádky pilařské kulatiny, pak by mělo být vyvezeno nejdříve. U motomanuální těžby leží pilařské výřezy často rozptýleně na vyvážecí lince a měly by být vyklizeny jako jediný sortiment v rámci nákladu vyvážecího traktoru. Zde se musí projevit obratnost a pohotovost operátora sestavit náklad s minimem pohybů vyvážecího traktoru.



Obr. 7.16. Náklad se smíšenými sortimenty



Obr. 7.17. Při zvedání nákladu by měla mírně převažovat jeho přední část

Začátečník, jehož zručnost v ovládnutí hydraulického jeřábu není ještě plně rozvinuta, by neměl vyvážet smíšené sortimenty. Tak se vyhne plýtvání časem na třídění sortimentů na skládce. Tam, kde je nízké zakmenění nebo kde je terén místy nepříznivý (neúnosný, strmý nebo skalnatý) lze vzít veškeré dříví najednou. Pak je možné se této ploše napříšit vyhnout. U smíšených sortimentů se provádí třídění během nakládání, tj. vláknina se ukládá na jednu stranu ložné plochy a pilařské výřezy na stranu druhou. Je třeba se vyhnout smíchání sortimentů v horní a dolní části nákladu, a to z důvodu jejich špatné viditelnosti v částech ložného prostoru, což následně zpomaluje třídění na skládce. Při nakládání smíšených sortimentů směsi dřevin je třeba zajistit, aby byly vizuálně snadno rozlišitelné jeden od druhého. Odlišení sortimentů podobných parametrů může provést už operátor harvesteru při těžbě použitím barevného značení.

Kdykoliv je to možné, již na cestě ze skládky do porostu se nakládá jeden sortiment mezi klanice, např. smrková vláknina, a při zpáteční cestě se ukládá další sortiment na vršek nákladu, např. listnatá vláknina. Vyváží se nejdříve hlavní dřevina a ostatní dřeviny později. Systematické vyvážení je důležité, protože jeho výsledkem je tzv. čistá trasa bez ponechaných výřezů. Na velkých plochách není vhodné vynakládat zbytečně čas na pomístný sběr nahnilého a málo hodnotného dříví, protože tím snižujeme výkonnost stroje. Je-li pokrývka sněhu zakrývající výřezy souvislá, je třeba již vyklizené plochy zřetelně vyznačovat.

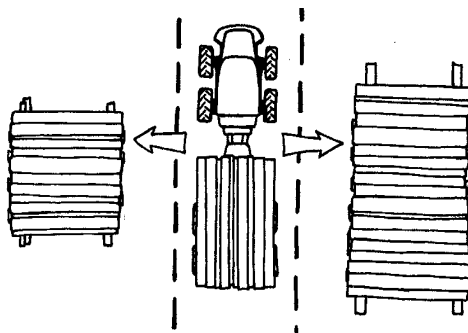
Drapákem uchopené náklady dříví by neměly být příliš velké. Příliš je tím zatěžován hydraulický jeřáb, výřezy se často vyvléknou z drapáku a rozkutálí se a při jejich opětovném sbírání narůstá ztrátový čas.

Jestliže je náklad držený drapákem zvednut, měla by mírně poklesnout jeho přední část. Náklad je pak snadno rozhoupán proti čelu ložné plochy (tvořenému opěrnou dorazovou mříží) a konce výřezů jsou zarovnané při nepatrně pootvřených čelistech drapáku. Zkušený operátor zarovná konce výřezů jejich rozhoupáním proti zemi, přičemž poněkud pootvě drapák. Správná velikost jednoho náběru drapáku je taková, aby hydraulický jeřáb mohl jeho tíhu snadno zvládnout a aby dříví bylo přitom řádně uchopeno čelistmi drapáku. Další aspekty ovlivňující práci s jeřábem jsou délka sortimentu a druh výřezů (pilařské výřezy či vláknina).

7.4.5. Ukládání dříví na skládky na odvozním místě

Při zahájení těžebních prací na novém pracovišti by se měl operátor seznámit s umístěním skládek a s tím, zda se má skládání dříví provádět z lesní cesty (přednostně) nebo ze strany lesního porostu. Skládky je obvykle předem přesně stanovena a operátor má na její umístění malý vliv. Dobré plánování skládek má rozhodující vliv na všechny aspekty dopravy. Informace o dřevinách, sortimentech a objemu dříví v porostu by měly být známy předem. Je třeba posoudit únosnost cest a povrchu skládek pro nákladní automobily. Všechny tyto faktory ovlivňují požadavky na ukládání dříví do hrání. Lože pro skládky by mělo být připraveno, vyrovnáno a doplněno podvaly, případný sníh by měl být nejprve stlačen a urovnán. Hráně by měly být v řadě a vyrovnané, i když konce výřezů nejsou zarovnané.

Na skládce se vyvážecí traktor postaví tak, aby se skládání mohlo provádět v úhlu 90° na obě strany a 2 – 3 m od kol. Tato pozice vyžaduje pouze pozvednutí, otočení a nepatrný pohyb rotátoru.



Obr. 7.18. Příklad správného postavení vyvážecího traktoru na skládce

Hlavní zásady řídicí umístění hrání jsou:

- Při rozhodování o umístění hrání zohlednit potřeby odvozní soupravy pro odvoz dříví. Řidič vozidla potřebuje bez prodlení začít nakládat, naložit náklad a odjet. Hydraulické jeřáby odvozních souprav se ovládají nejlépe, jsou-li hráně umístěny 1 – 3 m od vozidla.
- Umístění hrání by mělo být naplánováno, např. hráně vlákniny a pilařské kulatiny by měly být jasně odděleny, avšak blízko sebe. To vše usnadňuje a urychluje skládání, třídění a ukládání různorodých nákladů. Redukuje se pohyb strojů na skládce a udržuje se pracoviště čisté, uklizené a dobře fungující.
- Jestliže je dříví uloženo po obou stranách odvozní cesty, hráně by měly být 4 – 5 m od sebe po celé délce skládky. Jsou-li hráně umístěny blíže, pohybující se vyvážecí traktory snadno způsobí jejich sesutí.
- Hráně by neměly být situovány mezi rostoucími stromy, kameny, pařezy nebo v blízkosti jakýchkoliv jiných předmětů a rovněž ne pod elektrovody či telefonními linkami. Hráně by neměly obsahovat těžební odpad, kameny či jiné cizí předměty.
- Každý sortiment by měl být uložen do co největší samostatné hráně. Výřezy by měly být ukládány rovnoběžně a v pravém úhlu k cestě, zejména však vláknina. To urychluje jejich nakládání. Velké a dlouhé pilařské výřezy mohou být však ukládány rovnoběžně s cestou.

- Sortimenty, které by měly být odvezeny v čerstvém stavu nebo pouze ve vlhkém / zimním období, musejí být umístěny v nejnvýhodnější části skládky. Ostatní sortimenty (malé objemy, vedlejší dřeviny) mohou zaujímat méně příznivá místa.
- Speciální výřezy, např. velké dýhárenské výřezy, by se měly ukládat do hrání tak, aby se snadno nakládaly z odvozní cesty při příjezdu na skládku.
- Soustředěné dříví je možné ukládat napříč příkopů, které by měly být na konci těžební činnosti vyčištěny. Skládání je možné provádět z odvozní cesty nebo ze strany lesního porostu.

Výška hrání je limitována možnostmi jejich vytváření vyvážecím traktorem. Jestliže se měření dříví děje na skládce, výřezy by měly být měřitelné z obvyklé pozice pracovníka (tedy ze země bez zvláštních pomůcek) – tím je vymezena výška hrání. Je-li dříví na skládce měřeno v hráních, vrchní strana hrání by měla být co nejvíce plochá, což napomůže přesnosti měření. U pilařských výřezů by měly být viditelné čepy výřezů pro měření čepové tloušťky.

7.5. Těžebně-dopravní stroje v horských podmínkách

Specifickou oblastí použití vysoce mechanizovaných technologií lesní těžby jsou stanoviště nacházející se v horských a silně svažitéch územích. Významným a vpravdě limitujícím faktorem nasazení mobilních těžebně-dopravních strojů, jako jsou harvestory, vyvážecí traktory, vyvážecí soupravy, avšak i konvenční mobilní stroje (zejména traktory a tahače), je jejich svahová dostupnost. Proto jsou doposud v takových podmínkách, kde sklon svahu dosahuje 40 a více procent, v ČR v těžební činnosti fakticky jedinou alternativou technologie založené na motomanuálním kácení, zpravidla i na motomanuálním odvětvování a krácení stromů na výřezy s následným soustředěním dříví pomocí lesních lanových dopravních zařízení. Tato lanová dopravní zařízení mohou být v územích s hustší sítí dopravních komunikací nahrazena pozemními soustředěvacími prostředky (traktory a tahači s navijáky).

V současné době však technický a technologický rozvoj umožňuje rozvinutí vyšších stupňů mechanizace lesní výroby i do těchto náročných terénních podmínek. Přestože v současné době v ČR nejsou dále uvedené prostředky téměř vůbec používány, lze očekávat, že během doby dojde k rozšíření speciálních technologií vysoce mechanizované těžby i do podmínek horských a silně svažitéch území. Podle terénní klasifikace je v ČR přibližně 85 % ploch lesních porostů sjízdných kolovými mobilními prostředky, na zbývajících 15 % by (alespoň teoreticky) měly být použity prostředky jiné, v čele s lesními lanovkami. Současná skutečnost tomu sice neodpovídá, ale tento stav se může do budoucna změnit ve prospěch většího využívání standardních lanovek či dále uvedených strojních soustav.

Vysoce mechanizované těžební technologie použitelné v horských a silně svažitéch územích lze rozlišit do dvou skupin:

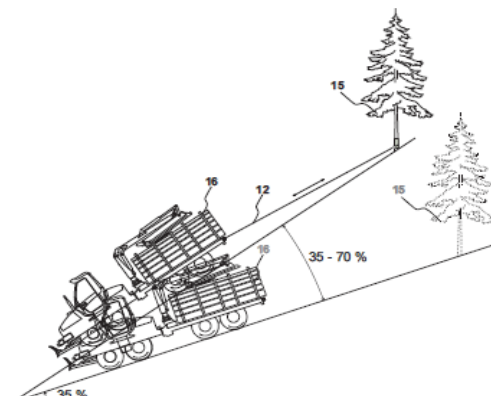
- a) technologie založené na použití tzv. horských harvestorů
- b) technologie založené na použití tzv. horských procesorů.

7.5.1. Horské harvestory

Základní vlastností horských harvestorů je jejich **zvýšená terénní dostupnost a prostupnost** umožňující jejich pojezd v porostu i v náročném terénu s velkým sklonem svahu. Pro zpřístupňování, těžbu a vyvážení dříví platí zásady uvedené výše v této kapitole, zvláštní důraz je nezbytné klást na vhodné trasování linek, tj. jejich vedení kolmo na vrstevnice s možností otáčení prostředků v místech s nižším sklonem terénu, např. u paty svahu nebo na jeho vrcholu. Ve srovnání s kolovými harvestory mají pásové harvestory větší šířku (3,0 - 3,5 m), tomu je potřeba přizpůsobit i šířku linky. Při kácení a následné manipulaci s kmenem je potřeba dbát zvýšené opatrnosti, aby nedošlo k porušení stability stroje a k jeho převrácení. Harvestory vybavené pásovým nebo kráčivým podvozkem jsou schopny provést těžbu i v lokalitách terénně nepřístupných, odkud pak může být finančně nebo technicky náročné dříví soustředit na odvozní místo (použití lanových dopravních zařízení, vyvážecích traktorů s trakčními navijáky a kolopásky apod.). Způsob těžby je nutno plánovat vždy komplexně, i s ohledem na způsob vyvážení dříví nebo např. následné zalesňování.



Obr. 7.19. Pásový harvestor Neuson Ecotec

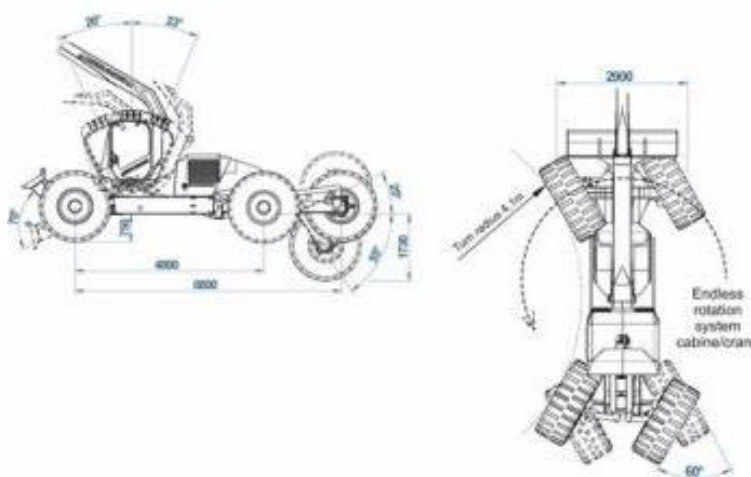


Obr. 7.20. Nasazení forwarderu s trakčním navijákem

Zvýšená terénní dostupnost a prostupnost horských harvestorů je umožněna specifickými vlastnostmi jejich konstrukce, a to zejména strojího spodku – podvozku. Jedná se především o některé harvestory na pásových podvozcích, k typickým současným typům patří např. stroje řady Neuson (typy 9002HV, 132HVT, 182HVT, 242 HV, 242 HVT), Königstiger, či Valmet 911.3 Snake. Další skupinou strojů pro horské podmínky jsou kráčivé harvestory např. na bázi stroje MenziMuck. Jejich konstrukční principy a užité vlastnosti jsou popsány v kap. 4. Zvláštním typem konstrukce se vyznačuje kolový harvestor Highlander rakouské provenience, který má velmi nízko položené těžiště a hydraulicky měnitelné rozvory kol (a to jednotlivě zvlášť na každé straně stroje – obr. 7.21.). Některé parametry těchto strojů uvádí tab. 7.6.



Obr. 7.21. Harvestor Königstiger



Obr. 7.22. Horský harvestor Highlander

Typ stroje	Výkon motoru (kW)	Dosah výložníku (m)	Hmotnost (t)	Harvestorová hlavice
Neuson 9002HV	74	9	11	různé (např. Keto 51, Waratah HTH240)
Neuson 132 HVT	104	10	14,4	různé (např. AFM 45/50, Keto 150, Waratah HTH250HD)
Neuson 242HVT	183	12	24,7	různé (např. AFM 60HD,75, Logmax 7000, 9000, Waratah H290)
Königstiger	153	15	28	různé, např. LAKO 53, 63, 83
Menzi Muck A71T2 Mobil	70	8,5	8,7	různé, např. Woody 50
Highlander	172	10	18,5	Woody H50/Woody H60

Tab. 7.6. Parametry některých horských harvestorů

Výkonnosti horských harvestorů jsou předmětem výzkumných šetření řady autorů, zejména z Rakouska (Stampfer, 1998, 1999, aj.) nebo ze Švýcarska (Heinimann, 1998). Výkonnost harvestoru

Königtiger, který může být využíván i v mýtních těžbách, je uvedena v tab. 26. Výkonnost harvestoru Neuson 11002HVT (nyní již inovované verze pod označením 9002 HVT), který je určen do výchovných zásahů, je uvedena v tab. 27 (phs = pracovní hodina stroje, tj. 45 minut práce).

Hmotnatost stromu (m ³)	Výkonnost (m ³ /phs)		Hmotnatost stromu (m ³)	Výkonnost (m ³ /phs)	
	Sklon svahu			Sklon svahu	
	25 %	45%		25 %	45 %
0,15	9,55	9,35	1,03	29,80	27,92
0,26	13,65	13,25	1,14	31,30	29,23
0,37	16,98	16,35	1,25	32,69	30,44
0,48	19,79	18,95	1,36	33,98	31,56
0,59	22,25	21,19	1,47	35,19	32,60
0,70	24,43	23,15	1,58	36,32	33,57
0,81	26,39	24,91	1,69	37,39	34,47
0,92	28,17	26,49	1,80	38,39	35,33

Tab. 7.7. Výkonnost harvestoru Königtiger

Hmotnatost stromu (m ³)	Sklon svahu (%)		
	20	40	60
0,06	3,67	3,61	3,53
0,09	4,90	4,79	4,67
0,12	5,94	5,78	5,60
0,15	6,83	6,62	6,38
0,18	7,60	7,34	7,05
0,21	8,28	7,98	7,63
0,24	8,89	8,54	8,14
0,27	9,43	9,04	8,59
0,30	9,92	9,49	9,00
0,33	10,37	9,90	9,37
0,36	10,77	10,27	9,70
0,39	11,15	10,61	10,00
0,42	11,49	10,92	10,28

Tab. 7.8. Výkonnost harvestoru Neuson 11002HVT (m³/phs) – výchovná těžba, intenzita 20 %

Kolové harvestory nebo vyvážecí traktory vybavené trakčním navijákem mohou jezdit pouze v přímém směru. Lano trakčního navijáku ukotvené na začátku linky neumožní těmto prostředkům zatočit, tuto skutečnost stejně jako případné terénní zlomy, o které by se lano mohlo poškodit, je potřeba mít na paměti při trasování linek pro takto vybavené stroje. Při kácení ve svahu je třeba dát pozor na správné umístění harvestorové hlavičky a výšku řezu (obr. 7.4.) - při nízkém nasazení řezu hrozí nebezpečí poškození pilového řetězu harvestorové hlavičky při řezání do země, v případě vysokého nasazení řezu zůstávají v porostu vysoké pařezy.

7.5.2. Horské procesory

Horské procesory jsou **soupravy strojů v kombinaci lesní stožárové lanovky a hydraulického jeřábu opatřeného procesorovou nebo harvestorovou hlavicí**. Oba stroje jsou společně umístěny na plošině nákladního automobilu. Pro probírkové zásahy je určen komplet, kdy je stožár lanovky umístěn jako nástavba na harvestoru. V takovém případě je harvestorová hlavička využívána pouze pro krácení a odvětvování.

Téměř veškeré horské procesory mají uzavřený technologický cyklus. Po skácení stromů přenosnou motorovou pilou, provede přiblížení celých stromů lanovka na skládku v dosahu hydraulického jeřábu. Hydraulický jeřáb opatřený procesorovou hlavicí převezme strom k dalšímu zpracování na hotové sortimenty, které po odvětvování a rozřezání uloží na skládku v dosahu odvozního prostředku.



Obr. 7.23. Pracoviště horského procesoru

Pro horské procesory je charakteristické, že jsou zpravidla využívány v rámci těžební metody celých stromů, kdy v porostu dojde pouze k motomanuálnímu pokácení stromů a k jejich připojení k tažnému lanu lanovky. Po přiblížení stromu k procesoru dojde k jeho odvětvení a rozřezání na sortimenty. Za určitých okolností, tj. např. na málo úživných stanovištích nebo na stanovištích ohrožovaných erozí půdy, mohou být procesory použity i v kmenové těžební metodě (větve a vrcholky stromů jsou ponechávány po motomanuálním odvětvení na místě k přirozenému rozpadu). Při této metodě však nejsou užité parametry stroje náležitě využity.



Obr. 7.24. Stožár lanovky jako nástavba na harvestoru

Horský procesor Wanderfalke

Pracovní určení lehkého horského procesoru Wanderfalke je především ve výchovných těžbách. Výkonnost procesoru závisí zejména na hmotnosti stromů, vzdálenosti vyklizování a přibližování a na sklonu svahu a pohybuje se od ca 2,0 m³/h do 7,0 m³/h při sklonu svahu 60°, vzdálenosti vyklizování 11 m a vzdálenosti přibližování 150 m (Lukáč, 2002).

Sestava procesoru	Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Celková sestava	Hmotnost	24 000	kg
Pohonná jednotka – nákladní automobil ÖAF 25.331	Výkon motoru	243	kW
Hydraulický jeřáb V-Kran 20.88	Dosah	9	m
	Zdvihový moment	192	kNm
Lanovka Wanderfalke	Max. nosnost	1 500	kg
	Maximální rychlost vozíku	6	m.s ⁻¹
	Výška stožáru	9	m
	Průměr pracovního bubnu	508	mm
	Průměr nosného lana	16	mm
	Průměr tažného lana	10	mm
	Průměr pomocného lana	6	mm
Procesor Woody 50	Hmotnost s rotátorem	750	kg
	Maximální průměr řezu	550	mm
	Průměr odvětvovaného stromu	500	mm
	Otevření drapáku	950	mm
	Rychlost posunu kmene	0-3	m.s ⁻¹
	Síla posunu stromu	28	kN
Lanovkový vozík Sherpa U-1,5t	Nosnost	15	kN
	Hmotnost	250	kg

Tab. 7.9. Parametry procesoru Wanderfalke

Horský procesor Syncrofalke

Pro těžby obnovní je požadován mimořádný energetický potenciál, jenž je úměrný hmotnosti mýceného porostu, jakož i náročným terénním podmínkám. Jedním ze zástupců takových vysokovýkonných procesorů je stroj Syncrofalke.

Hodinová výkonnost procesoru Syncrofalke je vyšší, než u procesoru Wanderfalke, a to v důsledku možnosti soustředování objemnějších stromů. Výkonnost je i u tohoto stroje závislá na hmotnosti stromů, vzdálenosti vyklizování a přibližování a na sklonu svahu a pohybuje se od ca 3,0 m³/h do 11,0 m³/h při sklonu svahu 60° a vzdálenosti přibližování 100 až 300 m (Lukáč, 2002).



Obr. 7.25. Horský procesor Syncrofalke

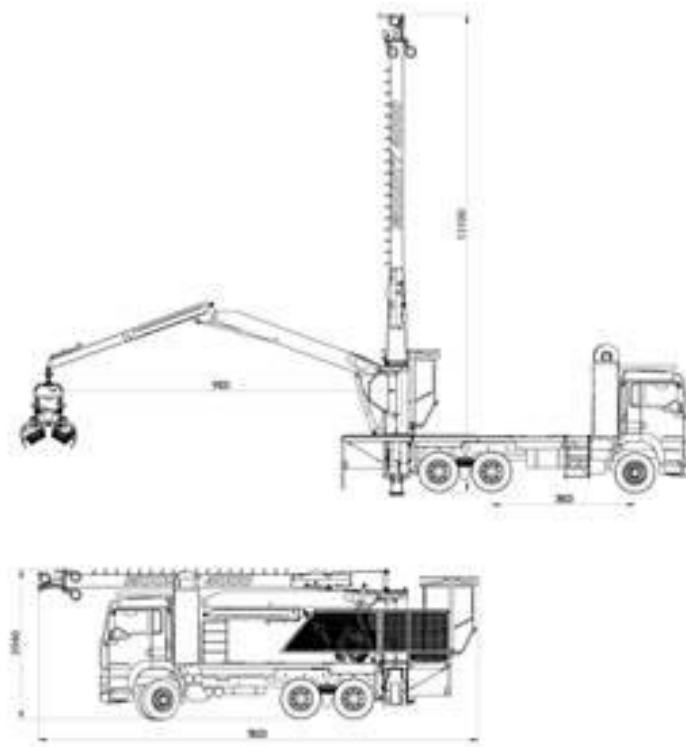
Průměrná hodnota poklesu hodinové výkonnosti při nárůstu délky přibližování o 100 m činí ca 0,5 m³. Výkonnost použitého lanovkového systému je odvislá i od spotřeby času na přestavbu lanovky do nové trasy. Spotřeba času je rozdílná v případě, že se jedná o komplexní přípravu lanovky pro nasazení na první trase, nebo zda jde pouze o přestavbu lanovky na vedlejší pracovní pole.

Sestava procesoru	Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Celková sestava	Hmotnost	24 000	kg
Pohonná jednotka – nákladní automobil ÖAF 33.322	Výkon motoru	235	kW
Hydraulický jeřáb V-Kran 20.88	Dosah	8,97	m
	Zdvihový moment	232	kNm
Lanovka Syncrofalke	Max. nosnost	3 000	kg
	Maximální rychlost vozíku	9,2	m.s ⁻¹
	Výška stožáru	10,4	m
	Průměr pracovního bubnu	1000	mm
	Průměr nosného lana	18	mm
	Průměr tažného lana	11	mm
Procesor Wolf 50 B	Hmotnost s rotátorem	830	kg
	Maximální průměr řezu	500	mm
	Průměr odvětvovaného stromu	400	mm
	Otevření drapáku	850	mm
	Rychlost posunu kmene	1,8	m.s ⁻¹
	Síla posunu stromu	45	kN
Lanovkový vozík Sherpa U-3t	Nosnost	30	kN
	Hmotnost	380	kg

Tab. 7.10. Parametry procesory Syncrofalke

Horský procesor MOUNTY 4000

Procesor MOUNTY 4000 je určen pro zpracování dřeva v myšních těžbách jehličnatých porostů v horských podmínkách. Předností procesoru MOUNTY 4000 je i to, že většinu komponentů vyrábí samotný výrobce stroje, čímž je zajištěno jejich vzájemné sladění. Tento stroj bývá při antigravitačním přibližování opatřen lanovým vozíkem se spalovacím motorem, jenž je ovládán obsluhou dálkově. Použití tohoto vozíku umožňuje velmi šetrné vyklizování, protože obsluha přesně kontroluje průběh pohybu kmene od pařezu k trase lanovky. Vhodnými vozíky pro antigravitační přibližování jsou např. Sherpa Mot, Woodliner, Moko 250. Výkonnost dosahovaná při použití tohoto stroje na Slovensku činila 120 m³/sm (Lukáč, 2002).



Obr. 7.26. Horský procesor MOUNTY4000

Sestava procesoru	Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Celková sestava	Hmotnost	28 500	kg
Pohonná jednotka – nákladní automobil Man/ÖAF 27.417 DFAC 6x6	Výkon motoru	301	kW
Hydraulický jeřáb Penz 2080M	Dosah	9,6	m
	Zdvihový moment	200	kNm
Lanovka Mouny 4000	Max. nosnost	4 000	kg
	Maximální rychlost vozíku	5 (10)	m.s ⁻¹
	Výška stožáru	12	m
	Průměr nosného lana	10	mm
	Průměr tažného lana	12	mm
Procesor WOODY 60	Průměr kotevnic lan	20	mm
	Hmotnost s rotátorem	830	kg
	Maximální průměr řezu	650	mm
	Průměr odvětvaného stromu	600	mm
	Otevření drápáku	1250	mm
Lanovkový vozík Sherpa U-3t	Rychlost posunu kmene	0-4	m.s ⁻¹
	Síla posunu stromu	36-45	kN
	Nosnost	30	kN
	Hmotnost	350	kg

Tab. 7.11. Parametry procesoru Mouny 4000

Symbol operace	Popis operace (činnosti)	Průměrná spotřeba času v min.
A1*	Jízda vozíku naprázdno do porostu	0,93
A2*	Vytáhnutí lana do porostu a zapnutí nákladu	1,50
A3*	Vytáhnutí nákladu z porostu pod nosné lano	0,70
A4*	Přibližování nákladu pod nosné lano	1,03
A5	Spuštění nákladu na plošinu procesoru	0,43
A6	Odepnutí nákladu a ukotvení vozíku	0,48
A7	Odvětvění a výroba sortimentů	2,18
A8	Třídění sortimentů a jejich uložení na hromady	0,88

* kácení a úkony A1 – A4 probíhají společně s úkony A7 – A8

Tab. 7.12. Průměrný čas na pracovní operace a úkony při práci Mouny 4000 (Lukáč, 2002)

Technologie těžby s horským procesorem stromovou metodou

Těží se pomocí motorové pily typickou stromovou metodou, lanovkou se dopravují celé stromy, respektive se vrcholky stromů v porostu odřežou. Při práci ve výchovných těžbách je obsluha v porostu dvojčlenná (těžař, zapínač), v obnovních těžbách vykonává jeden pracovník jak kácení, tak zapnutí nákladu. Při lanovkovém soustředování dřeva se stromy kácí zásadně šikmo ke svahu, a to při gravitačním soustředování korunami k trase a při antigravitačním soustředování korunami od trasy. Směr kácení má být prakticky totožný se směrem vyklizování dříví, čím je sklon svahu větší, tím je úhel vytahování lana ostřejší. Šířka pracovního pole lanovky závisí na sklonu svahu, směru kácení (vytahování) a při gravitačním soustředování i na výšce porostu. Racionální délka bočního vytahování tažného lana by z ergonomických a výkonnostních důvodů neměla přesáhnout 30 m. Šířka pracovního pole by při soustředování stromů proti svahu neměla přesáhnout 40 m, včetně 3 – 4 m široké linky. Při soustředování po svahu by se měla šířka pracovního pole nacházet v rozmezí 60 – 80 m. Vyznačování těžebního zásahu je standardní, technologická příprava pracoviště horského procesoru je však náročná s ohledem na zpracování soustředěného těžebního odpadu. Na úzkých svahových cestách je skladovací kapacita v okolí lanovkového procesoru omezená, proto musí být odvoz dříví synchronizovaný s těžbou dříví.

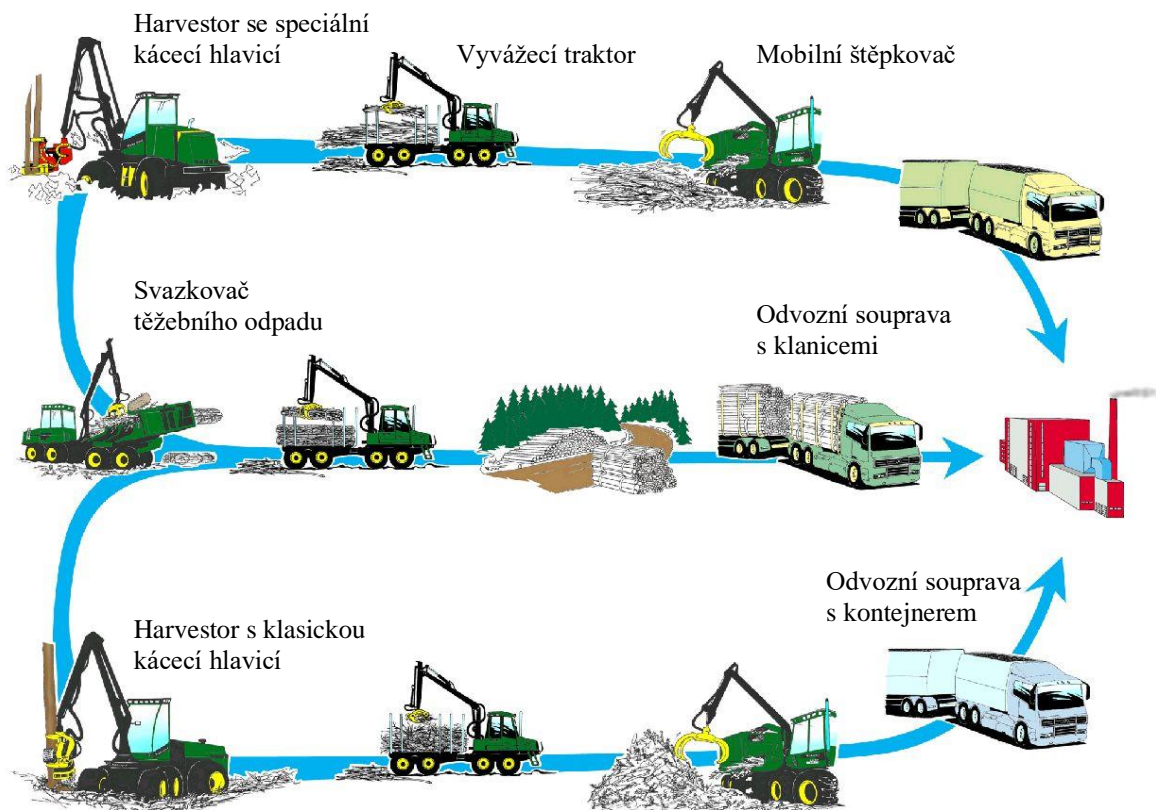
Technologie těžby s horským procesorem kmenovou metodou

Technologická příprava pracoviště je jednodušší než při stromové metodě. Vzhledem k parametrům výkonnosti procesoru je nutné, aby kácení a motomanuální odvětvení prováděli nejméně dva pracovníci, další pracovník zapíná náklad (celkem je zapotřebí min. 4 pracovníků). Při krátkých trasách (do 200 m) je třeba zvládnout časové disproporce mezi motomanuální těžbou a přibližováním dříví s druhovalním procesorem. Hmota nehroubí zůstává v porostu, zpracovává se pouze hroubí. Těžební zásah se vyznačuje klasickým způsobem.

8. TĚŽBNĚ-DOPRAVNÍ A VÝROBNÍ STROJE PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ TĚŽBNÍHO ODPADU

Jednou z technologických možností, které poskytuje systém práce těžebně-dopravních strojů, je využití zbytků po těžbě k energetickým účelům. Snaha o komplexní využití nadzemní dendromasy z lesního porostu těžného harvestorem vyplývá ze skutečnosti, že při těžbě a odvětvování stromů harvestor koncentruje těžební zbytky na jedno místo při každém pracovním zastavení. K vyšší koncentraci dendromasy dochází po těžbě harvestorem v mýtních porostech, v porostech pod vedením elektrického napětí nebo v porostech rychle rostoucích dřevin (energetické plantáže). V podstatě existují čtyři základní technické situace, kdy stroj v integrované těžebně-dopravní technologii může účinně koncentrovat zbytky po těžbě na další zpracování. Jsou to:

- Klasická harvestorová technologie v předmýtní těžbě, kdy harvestor soustředí celý odpad z korun stromů na vyvážecí linku nebo do její blízkosti. Většina materiálu je použita na pokryv povrchu linek pro ochranu kořenového systému. Pro další zpracování proto není tato biomasa vhodná.
- Harvestorová technologie při mýtní těžbě, zbytky po těžbě jsou na větších hromadách v náhodných liniích rozmístěných na celé ploše.
- Stromová technologie při práci horských procesorů (soustředěnost těžebního odpadu na OM).
- Zpracování korunových částí stromů v porostech rychle rostoucích dřevin (energetické plantáže), případně při zpracování korunové části listnatých stromů.
- Stromová technologie zpracování jehličnatých i listnatých probírkových porostů ve stáří do 30 roků s ponecháním na OM k přirozenému proschnutí do 40% vlhkosti a s následným štěpkováním na energetické využití.



Obr. 8.1. Příklady systémů zpracování dendromasy k energetickým účelům

Harvestor bývá většinou vybaven klasickou harvestorovou hlavicí schopnou kácet, krátit i odvětvovat. V takovém případě technologicky následuje vyvážecí traktor pro sběr těžebních zbytků, který soustřeďuje materiál na odvozní místo k dalšímu zpracování, nebo přímo mobilní štěpkač s kontejnerem či svazkovač klestu s vyvážecím traktorem, který vyváží vyrobené balíky dendromasy na OM. Harvestor nebo vyvážecí traktor mohou být také vybaveny pouze kácecí hlavicí (nekrátí,

neodvívá. V takovém případě je vyvážecím traktorem soustředována dendromasa v celých délkách (popř. přímo zpracovávána svazkovačem nebo štěpkovačem s kontejnerem). Využití méně hodnotného dřeva na energetické účely je prioritou z těchto důvodů:

- náhrada fosilních paliv dřevem snižuje zatížení životního prostředí – uzavřený koloběh produkce a spotřeby CO₂
- každý m³ dřeva, který se vyrobí z odpadové části stromu nebo z plantážně pěstovaných porostů a využitý jako palivo, ušetří prakticky stejný objem kvalitnějšího dřeva z původních lesů, uvažovaného pro shodný účel. Tím se mj. přispívá i k trvalé udržitelnosti lesa a uchování jeho energetického potenciálu i všech jeho dalších funkcí.

Proto je poznání principu práce speciálních víceoperačních strojů pro sběr a zpracování těžebních zbytků v našich výrobně-technických podmínkách velmi významné. Systémů pro zpracování dendromasy k energetickým účelům existuje několik variant, od starších motomanuálních, založených na použití konvenčních prostředků (motorová pila, shrnovače klestu, mobilní štěpkovače), přes kombinace harvestorových technologií včetně speciálně určených pro plantáže, až po již zmíněné víceoperační stroje – mobilní svazkovače těžebního odpadu.

8.1. Svazkování těžebního odpadu

Svazkovací jednotky jsou konstrukčně koncipovány jako nástavba na vyvážecí traktor po sejmutí klanic a čelní mříže nákladového prostoru. Postupem času se přes různé konstrukční varianty prosadil systém kontinuální tvorby balené dendromasy. Na jedné straně svazkovací jednotky je tedy materiál vkládán hydraulickým jeřábem do vstupního otvoru a při jeho průchodu jednotkou je průběžně prováděna komprese, následně vázání a krácení balíků na požadované délky.

Svazkovací jednotka může být s vyvážecím traktorem spojena buď pevnou nebo odnímatelnou montáží. V druhém případě lze vyvážecí traktor po demontáži svazkovací jednotky a následné montáži čelní mříže a klanic použít i pro vyvážení vyrobených balíků dendromasy nebo sortimentů dřeva. Svazkovací jednotky této konstrukce jsou řešeny jako otočné (cca 250 - 300°) se stranovým vyrovnáváním polohy (cca 10°). Zpracováváný materiál je do vstupního otvoru tlačěn a posouván dvěma nebo čtyřmi válci posuvu, které jsou umístěny v případě dvou válců horizontálně, v případě čtyř válců posuvu i vertikálně. Dle charakteru zpracováváného materiálu může dojít až k jeho 80 % kompresi. Vázací část svazkovací jednotky bývá vybavena 9 zásobníky na cívky s vázacím motouzem z nylonu nebo sisalu. Pro krácení je ve svazkovací jednotce používána buď pilová lišta nebo stříhací nože. Hydraulický jeřáb je vybaven upraveným drapákem na dendromasu.



Obr. 8.2. Svazkovač těžebního odpadu Dingo ED-110

Svazkovač je dle charakteru pracoviště a zkušeností operátora schopen vyrobit 15 až 30 balíků dendromasy za hodinu. Pokud je to možné, je nezbytné, aby těžební prostředek připravil těžební zbytky tak, aby byly soustředěny na hromádách, nikoli rozprostřené po pasece. Výrazně se tím zvyšuje ekonomika provozu svazkovače. Balíky se většinou vyrábí v 3 m délkách, s průměrem cca 75 cm (objem balíku 1,3 m³). Hmotnost jednoho balíku dendromasy se dle zpracováváného materiálu a jeho vlhkosti pohybuje od 400 do 700 kg. Průměrný energetický obsah jednoho balíku činí cca 1 MWh. Z 1 ha těžební plochy je možno očekávat dle bonity porostu zpracování cca 70 balíků.

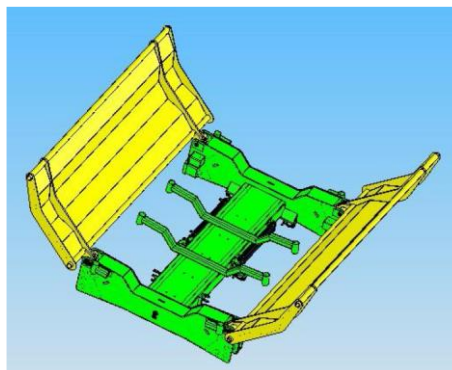
K hlavním výhodám technologie svazkování těžebního odpadu patří jednoduchá manipulace s vyrobenými balíky dendromasy a jejich přeprava. Balíky jsou, stejně jako v případě sortimentů dřeva, soustředovány vyvážecími traktory na OM, odtud pak transport pokračuje dál standardními odvozními soupravami ke spotřebiteli, popř. k nakládku na vagony. Při dlouhodobém skladování nedochází ve svazcích ke kompostovacímu efektu. Naopak materiál vysychá a tím se zvyšuje jeho energetická hodnota. Při hodnocení technologie je zřetelná vysoká úroveň produktivity práce zpracování těžebních zbytků.

Nevýhodou této technologie je ekonomická náročnost počátečních strojních investic a stejně jako u všech harvestorových technologií i vysoké nároky na organizaci práce a logistické zvládnutí celého procesu výroby.

8.2. Vyvážení těžebního odpadu

Pro vyvážení těžebního odpadu se používají vyvážecí traktory ve standardním provedení nebo častěji s upraveným nákladovým prostorem. Úpravy spočívají např. v rozšíření nákladového prostoru (systémy VLS, ALS), doplnění pevných nebo kompresních bočnic, uzavřeného dna nákladového prostoru, popř. nástavbě kontejneru. Pro hmotnostní přejímku dendromasy je účelné vybavit vyvážecí traktor váhou, která se montuje mezi drapák a hydraulický jeřáb nebo v podobě čtyř váhových bodů pod nákladový prostor. Kromě aktuální hmotnosti nákladu v drapáku je tak možné sledovat i hmotnost celého nákladu, což pomáhá předcházet v případě rozšířeného nákladového prostoru přetížení vyvážecího traktoru.

Kompresní bočnice jsou u většiny výrobců navrženy jako snadno výměnný systém tak, aby bylo možné po demontáži používat vyvážecí traktor klasickým způsobem. Operátor může pomocí kompresních bočnic materiál v nákladovém prostoru průběžně lisovat, každá bočnice je samostatně ovladatelná. Výhoda kompresních bočnic se projeví zejména při vyvážení prostorově objemných zbytků listnatých korun. V porovnání s klasickým nákladovým prostorem s klanicemi lze pomocí kompresních bočnic naložit až 2,5 x více dendromasy, což se podstatným způsobem projeví na ekonomice provozu stroje. Kompresní bočnice, uzavřené dno, popř. kontejnerovou nástavbu lze doplnit i na přívěs vyvážecí soupravy.



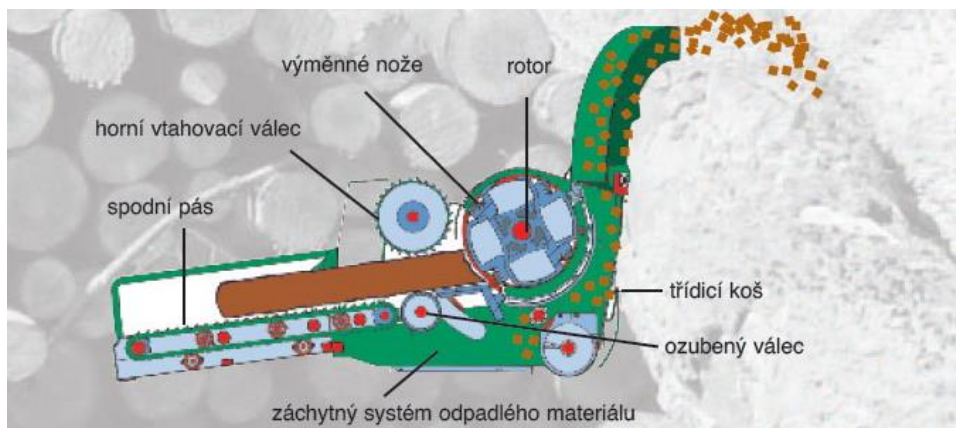
Obr. 8.3. Kompresní bočnice Dutch Dragon PC-48

8.3. Štěpkování a drčení těžebního odpadu

Technologie se štěpkováním vznikly jako výsledek snahy o využití dosud nevyužívané dendromasy, tj. těžebního odpadu, stromků z prořezávek a prvních probírkových zásahů (nutných z pěstebního hlediska, ale neposkytujících tržně zajímavý sortiment). Produktem štěpkování je lesní energetická štěpka, odlišující se od ostatních sortimentů mírou desintegrace, neumožňující přímou zaměnitelnost s ostatními sortimenty surového dříví. Štěpkováním celých stromů nebo jejich částí se výtěž stromové dendromasy zvyšuje o 20-25 %, ale ve formě, která není plně srovnatelná kvalitou, cenou, ani náklady na výrobu s ostatními sortimenty. Přínosem štěpkování je dále snížení pracnosti na těžbu dříví - pokud je odvětvoování buď zcela, nebo z části nahrazeno štěpkováním; zvýšení čistoty lesních porostů - tj. lepší ochrana proti škodlivému hmyzu, hlodavcům a zplsnivění zmlazení pod klestem a menší riziko požárů; usnadnění zalesňování na vyčištěných potěžebních plochách. Z jednoho ha mýtní těžební

plochy je možné v závislosti na druhu dřeviny zpracovat cca 100 m³ štěpky. Jeden m³ smrkové štěpky (vlhkost 20 %) obsahuje cca 690 kWh, jeho měrná hmotnost činí přibližně 170 kg.

U těžebně-dopravních strojů se štěpkovače umísťují jako nástavba na vyvážecí traktor nebo jako přívěs za univerzální kolový traktor. Ve většině případů se jedná o bubnové štěpkovače s noži umístěnými na povrchu rotujícího válce rovnoběžně s jeho osou. Počet nožů se pohybuje od 2 do 24 ks. Pohon štěpkovačů je realizován buď vlastním dieslovým motorem, nebo od vývodového hřídele traktoru. Pro efektivní práci by neměl výkon na vývodovém hřídeli traktoru pro pohon bubnového štěpkovače dle jeho velikosti klesnout pod 150 kW. Zpracovávaný materiál je kladen hydraulickým jeřábem na podávací stůl ke vstupnímu otvoru štěpkovače. Podávací stoly mohou být vybaveny integrovaným řetězovým nebo válcovým dopravníkem materiálu. Dendromasa je do vstupního otvoru štěpkovače přitlačována a posunována jedním nebo dvěma horními podávacími válci a jedním spodním podávacím válcem. Štěpkovače jsou dle velikosti vstupního otvoru schopny zpracovat kmen do průměru cca 60 cm. Noži na štěpkovacím válci je zpracovávaný materiál dělen a získanou kinetickou energií nebo šnekovými dopravníky dále transportován do vedení štěpky. Pro pohyb materiálu vedením štěpky je dle konstrukčního řešení jednotlivých výrobců využívána opět jeho získaná kinetická energie, lopatkové kolo, popř. přídavný vzduch z kompresoru. Vedení štěpky bývá otočné, u jeho ústí může být hydraulicky regulovatelná klapka pro usměrnění směru metání štěpky, popř. kamera pro informaci operátora o míře naplnění kontejneru. Pokud je štěpkovač vybaven vysokozdvížným kontejnerem, je možné sypat štěpku přímo do kontejneru umístěném na odvozní soupravě. Výkonnost mobilních štěpkovačů pro TDS dosahuje cca 200 prn štěpky za hodinu.



Obr. 8.4. Příklad konstrukčního řešení mobilních bubnových štěpkovačů Jenz

Ve srovnání se štěpkovači nejsou mobilní drtiče používány v lesním hospodářství tak často. Jejich nasazení se soustřeďuje zejména do výrobních závodů, popř. na OM. Hlavní výhodou drtičů je ve srovnání se štěpkovači výrazně menší citlivost drtičích nástrojů na nežádoucí příměsi ve zpracovávaném materiálu, jako jsou hlína, písek, kameny, drobné kovové části apod. Drtiči tak mohou být zpracovávány např. pařezy nebo dendromasa z vojenských prostorů s vyšším výskytem kovových střešin.



8.5. Mobilní štěpkovač Bruks Klöckner 805 CT s kontejnerem na štěpku na podvozku 6-tí kolového vyvážecího traktoru



8.6. Mobilní drtič Jenz AZ 30 D s pásovým dopravníkem

Drtiče jsou vybaveny vlastním dieselovým motorem, menší typy pro použití v lesním hospodářství bývají umísťovány na jednoosý podvozek jako přívěs za tažný prostředek. Mobilní drtiče bývají konstrukčně řešeny jako jedno- nebo dvouhřídelové s kotoučovým nebo trojúhelníkovým drticím zařízením nebo s volně uloženými kladivy na rotoru. Materiál je do násypky vkládán hydraulickým jeřábem, po rozdrčení je vynášen pásovým dopravníkem do připraveného kontejneru. Výkonnost mobilních drtičů, vhodných pro použití na OM, se pohybuje cca do 80 prms za hodinu.

Klučení pařezů čelist'ovou hlavicí pro energetické využití

Tato technologie, navazující na harvestorovou těžbu, je relativně nová a je provozována ve Finsku. Základním strojem je bagr s min. hmotností 20 t s ohledem na jeho stabilitu při vytahování pařezů z půdy, zejména obsahuje-li půda větší obsah skeletu. Hlavice je zavěšena na rotátoru a má dálkové ovládání 4 ramen, která jsou na konci zahnutá tak, aby při sevření ramen nad pařezem zahnuté konce obepnuly pařez ve spodní části. Tahem směrem vzhůru je pařez vytažen do výšky cca 1 m nad povrchem terénu. Postupně jsou jednotlivá ramena hlavice stranově roztahována a svírána, tím se postupně uvolňuje zemina a kameny ze spodních prostor kořenového systému. Zemina dopadá do místa po pařezu a plocha je zarovnána tak, že je možná mechanizovaná výsadba mýtní plochy. Pařezy jsou postupně čelistmi hlavice rozděleny na 3-4 části, tím ještě odpadne zbývající zemina mezi kořeny, 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 zůstává po celou dobu uložení pařezů a zabraňuje provlhnutí skládky pařezů, které postupně prosychají až na úroveň vlhkosti 30 %. Poté jsou pařezy dezintegrovány a v kamionech odvezeny do spaloven elektráren, kterých je ve Finsku 9. V tabulce 8.1. jsou uvedeny průměrné časy jednotlivých operací při klučení pařezů finským výrobcem Kareliatech Oy (2012).

vytažení pařezu podle průměru a vlhkosti půdy	odloučení zeminy včetně zarostlých kamenů	uložení a rozdělení pařezu na skládce	celkový čas
10 - 20	20 - 30	10 - 15	40 - 65

Tab. 8.1. Délka trvání jednotlivých úkonů při klučení pařezů s jejich uložením na hromady po ploše (s)



Na ramenech je viditelné ostří po jejich celé délce



Tvar ramen umožňuje spodní uchopení a následné sevření pařezů



Po vytažení pařezu jsou střídavě uvolňována ramena a zemina vypadává pod pařez



Současné vyklepání a otáčení hlavice pro dokonalé vyčištění kořenů



Před uložením na hromady je pařez již dokonale zbaven zeminy



Na pasece je vytvářeno několik hromad pařezů

Obr. 8.7. Úkony vykonávané při klučení pařezů čelist'ovou hlavicí

9. VLIV PROVOZU TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍCH STROJŮ NA LESNÍ PROSTŘEDÍ

9.1. Působení hmotnosti těžebně-dopravních strojů na půdu

Adhezní hmotnost strojů a trakční účinky jejich podvozků (kol, pásů či kolopásů), vyvolávají v půdě tlaky, které se šíří do stran i do hloubky. V důsledku působení těchto tlaků může nastat:

- Mechanické poškození kořenů* – Při pojezdu těžkými stroji jsou jemné i hrubší kořeny silně mechanicky poškozovány (Becker, 1999). Poškození těchto kořenů znamená okamžité přerušení jejich absorpční funkce s následným přerušením transpiračního proudu ve vodivém systému. Jeho změny jsou detekovatelné ve skeletových kořenech a kmeni k těmto kořenům náležejících.
- Zhutnění půdy* – V prostředí lesa lze při pojezdu strojů předpokládat zhutnění půdy. V delším časovém horizontu se může pojezd strojů promítnout do snížené dostupnosti volně pohyblivých látek (jako O₂, CO₂, vody a některých živin) v rhizosféře.
- Zvýšený mechanický odpor půdy* – Mechanický odpor půdy je neodmyslitelnou součástí při růstu kořenů v půdě. Aby si mohl kořen protlačit cestu půdním prostředím, musí vyvinout sílu, která převyšuje mechanickou odolnost půdních agregátů buď jejich přemístěním nebo deformací. Odolnost půdy vůči tlaku kořenů je ovlivněna mnoha parametry jako texturou a skeletností, zatímco jiné parametry jako specifická hustota půdy a obsah vody závisí na klimatu – zejména na srážkách a teplotě.

9.1.1. Teoretická východiska vzniku tlaků v půdě při pojezdu strojů

Teorie vzniku a šíření tlaků v půdě při pojezdu strojů spadá do oblasti tzv. terramechaniky (Salanci a kol., 1989). Při pojezdu mechanismu po podložce se kola nebo pásy podložky stýkají v takzvané dotykové ploše. Při zaboření pneumatiky nebo pásu až po boky pneumatiky (pásu) je dosedací plocha tvořena celou vytlačenou plochou včetně bočních ploch. V praxi uvažujeme, že dosedací rovina je rovinná, a to u pásového podvozku obdélníková a u kolového podvozku přibližně eliptická. Z praktického hlediska rozlišujeme dosedací plochy u kolových podvozků na:

- dosedací rovinnou plochu eliptickou S_o
- dotykovou rovinnou plochu, která je dána otláčením vzorku dezénu pláště S_a .

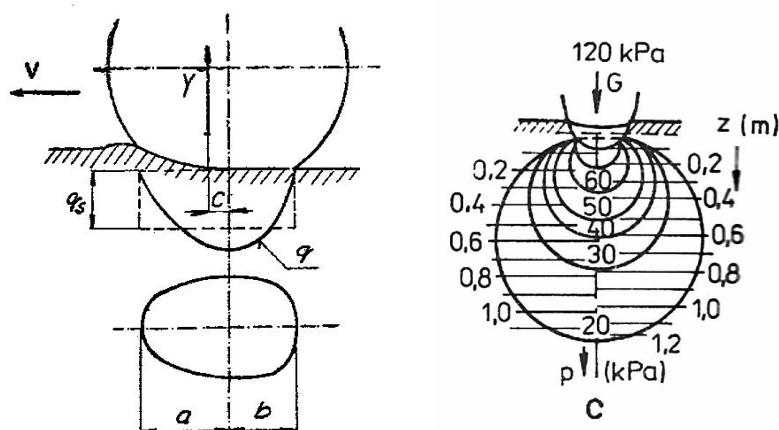
U hnaného kola dochází k zatížení podložky jen tlakovými silami, u hnacího kola působí navíc svým účinkem hnací moment, který vyvolává v zemině smykové napětí τ . Tlakové napětí σ , vyvolané zatížením kola, má směr kolmý na dosedací plochu. Tlakové napětí σ lze rozložit na složku kolmou na povrch (normálová reakce zeminy Y) a na složku rovnoběžnou s povrchem (valivý odpor R). Smykové napětí τ , které je vyvoláno přenosem hnacího momentu M_h , má rovnoběžný směr s povrchem terénu a jeho výslednice udává hnací sílu F_h . Specifický, neboli měrný či kontaktní tlak a smykové napětí způsobují výsledné zatížení povrchu pod pásy nebo koly.

Specifický tlak p_k a smykové napětí τ způsobují výsledné zatížení půdy v prostoru pod pneumatikou a pásem.

Specifický tlak p_k , je napětí mezi nápravou a dosedací plochou, působící v dosedací ploše a je kolmý na povrch podložky. Jeho střední velikost p_s je dána poměrem zatížení kola G_k , (nebo normálové reakce Y) k dosedací ploše S_o . Vyjadřujeme jej vztahem

$$p_s = \frac{G_k}{S_o} = \frac{Y}{S_o} \quad (\text{Pa})$$

Při pohybu pneumatiky po tuhé podložce se posouvá oblast největších tlaků ve směru rychlosti. U pneumatiky určitého typu je dosedací plocha S_o určena především velikostí zatížení kola G_k . Proto i hodnota specifického tlaku p_s je závislá na zatížení kola. Do určitého zatížení je tlak p_s takřka konstantní a při vyšších zatíženích mírně narůstá (oblast přetížení kola). Objem pneumatiky se při zatěžování mění jen velmi málo, a proto i tlak vzduchu v pneumatice se mění jen minimálně. Převážnou část zatížení kola přenáší stlačený vzduch v pneumatice, jen menší část přenáší kostra pláště pneumatiky.



Obr. 9.1. Vznik specifického tlaku na půdu pohybujícím se kolem a jeho šíření v půdě

Kdyby byl materiál pláště pneumatiky ideálně pružný, tlak na podložku by byl shodný s tlakem hustění pneumatiky p_p .

Při běžných traktorových pneumatikách jsou na tvrdé podložce zjišťovány přibližně tyto hodnoty specifických tlaků:

- otevřený tvar dezénu $p_s = 1,5 \cdot p_p$
- uzavřený tvar dezénu $p_s = 2,0 \cdot p_p$.

Na měkké podložce jsou hodnoty specifických tlaků poněkud nižší než na tvrdé podložce, a to v důsledku většího či menšího zaboření kola a tím i zvětšení dosedací plochy.

S narůstající hloubkou, respektive vzdáleností od místa styku kola s půdou, se hodnoty tlaků snižují, šíření tlaků v půdě se proto nejčastěji znázorňuje pomocí křivek napětí – izobar. Je zřejmé, že zdvojené, široké kolo či kolopásky stlačují půdu méně než kolo jednoduché a úzké, neboť při stejné zátěži kola se zvětšuje velikost jeho styčné plochy s podložkou, tlak však působí na větším prostoru – obr. 9.1.

Na velikost půdního tlaku má též značný vliv dynamická vlastnost podložky (půdního povrchu), po kterém stroj pojezdí, a to elasticita či plasticita. Zjednodušeně lze říci, že jestliže by byl měřen specifický tlak kola za klidu stroje, byla by jeho hodnota prakticky shodná na půdě elasticke i plasticke, neboť styčná plocha by v obou případech byla obdobná. Vliv elasticity či plasticity půdy se projevuje především za pohybu stroje, kdy elasticke půda se po přejetí vrací zpět na původní úroveň (tzn. kolo je podepíráno půdou i v prostoru za osou kola). Při přejetí plasticke půdy dochází k jejímu stlačení, půda se nevrací a kolo se tedy opírá jen o část styčné plochy. Tato skutečnost je významná v lesním hospodářství, neboť svrchní vrstva půdy bývá zarmována kořenovým systémem podrostu a chová se tedy jako vrstva elasticke, a to do okamžiku, dokud není opakovanými pojezdy destruována. Proto je z pohledu ochrany půdy důležité minimalizovat počty přejezdů a alespoň zvláště citlivá místa na linkách pokrývat vrstvami klestu o výšce nejméně 35 cm.

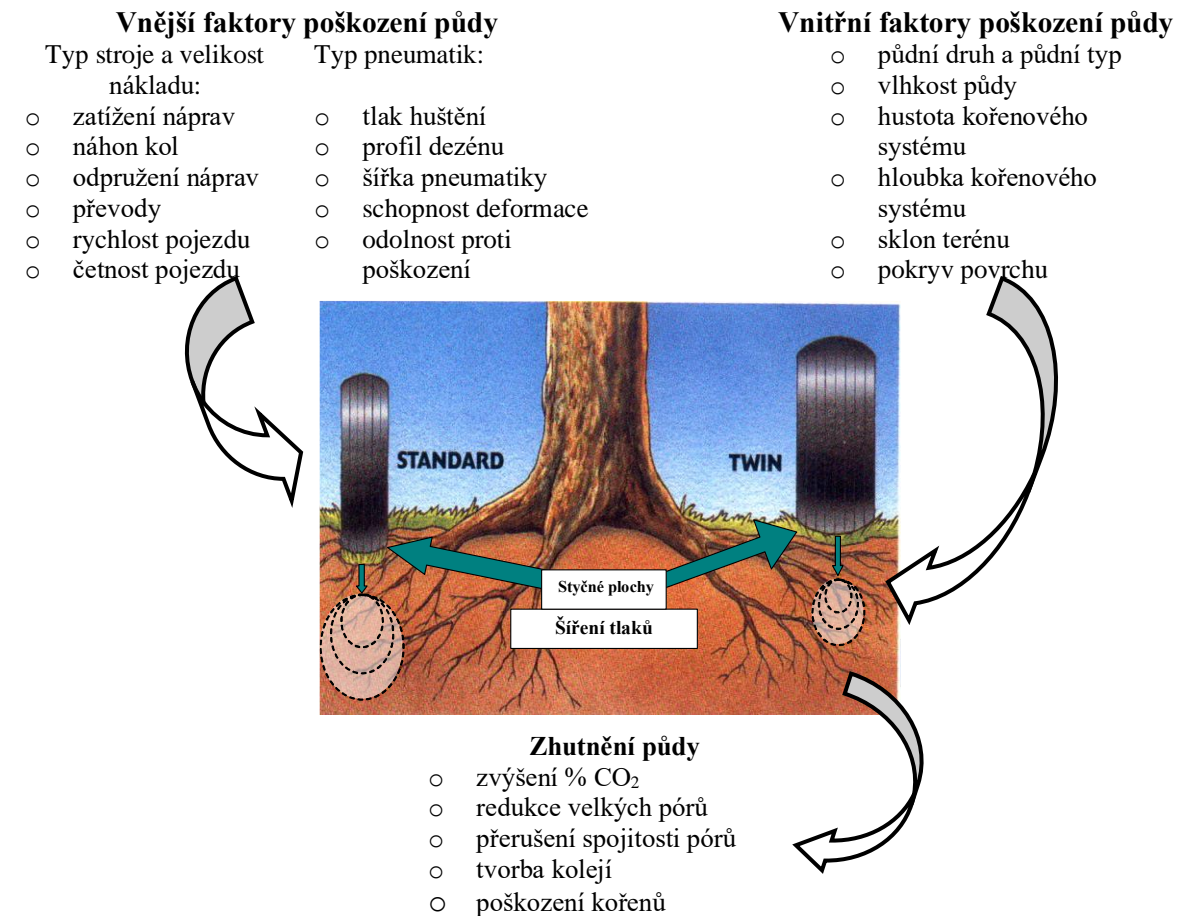
Pro minimalizaci škod z pohledu terramechaniky platí:

- poloměry předního a zadního kola trakčního ústrojí volit co největší
- šířky pneumatik na předním i zadním kole volit co největší
- tlaky v pneumatikách s ohledem na jejich konstrukci a počet pláten volit co nejnižší
- těžební stroje provozovat v porostech při minimálních vlhkostech.

9.1.2. Kdy nastává ekologické poškození půdy?

Kořenový prostor pod středoevropskými smrkovými porosty je jen několik cm vysoký (8 – 30 cm). Zde dochází k výměně iontů, pohybu vody a k výměně plynu s atmosférou. Biogenním propojením systémů pórů mají kořeny kontakt k vodě, k zásobě iontů v pevných částech půdy a ke vzduchu. Deformaci půdy poježděním je ovlivněno hlavně provzdušnění půdy. Povrchové změny struktury půdy mohou provzdušnění půdy a tím i růst a rozmístění kořenů značně ovlivnit. Jestliže je výměna plynů deformací půdy porušena slabě, zvyšuje se vzdušný obsah CO_2 v půdě, avšak stále se ještě vyrovnává

s atmosférickým vzduchem. V tomto případě nedochází k poruše biologické aktivity. V případě, že výměna plynů je značně omezená, dochází ke špatnému odstranění, či vyrovnání CO_2 (Wilpert, 1999). Tím je ovlivněna aktivita půdních organismů, daná strukturou půdy a její vlhkostí, jakož i příjem energeticky důležitých živin pro kořenový systém. Biologická aktivita je narušena. K jejímu posouzení se používá respiračních půdních přístrojů a přístrojů měřících infiltraci vody.



Citlivost půdy na pojezdy strojů dle mechaniky zemin			
třída	citlivost půdy	obsah vody	druh půdy
1	půda únosná, pojízdná bez omezení	nerozhodující	hrubozrnná půda se skeletem, písky
2	půda slabě plastická	30 %	sprašovitě a písčité hlíny
3	půda středně plastická	45 %	sprašovitě, písčité, šterkovité a jílovité hlíny
4	půdy vysoce plastické	více jak 45 %	jílovité a hlinité půdy
5	půda nepojízdná, riziko při pojezdu		zamokřené a bahnitě půdy

Obr. 9.2. Působení standardních a nízkotlakých pneumatik na půdu a kořeny stromů

Obnova struktury půdy v přirozených podmínkách, tj. její regenerace, trvá velmi dlouho, v průměru se udává 10-15 let, i více. Poruchy půdní aktivity lze těžko v praxi měřit a určit. Proto se používá pomocných veličin, např. zvýšení hmotnosti půdy, zjištění vlhkosti půdy, zjištění objemu pórů, infiltrace vody, respirace vzduchu, a další fyzikální veličiny, udávající charakter půdy. K těmto veličinám se řadí i technické údaje použitého stroje. Hodnota specifického tlaku na půdu 50 kPa je obecně považována za dovolenou z pohledu minimalizace poškození půdy, avšak platí pouze pro aktuální obsah vody v půdě, který leží ve středním rozsahu Atterbergových mezí tekutosti a plasticity půdy. Tato hodnota je zatím u širokých pneumatik s nízkým tlakem vzduchu těžko dosažitelná v praxi. Dotykový tlak kola se širokou pneumatikou leží mezi 100 kPa a 280 kPa, což znamená, že každé poježdění těžebního stroje po půdě s větší vlhkostí způsobuje větší či menší změnu struktury půdy. Jen

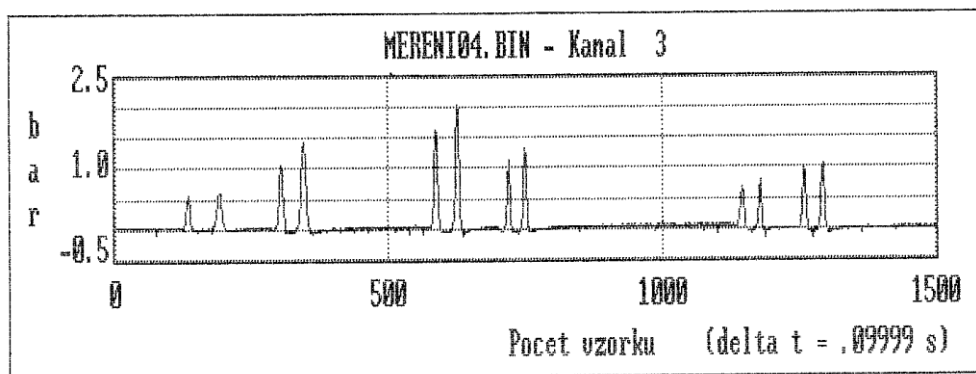
za velmi příznivých povětrnostních podmínek (sucho, mráz) lze předpokládat, že pojezdem kol se struktura půdy změní jen nepatrně (obr. 9.2.).

9.1.3 Výsledky měření tlaků v půdě

Hodnoty parametrů popisujících stav tlakových poměrů v půdě při pojezdu strojů mohou být počítány, resp. měřeny a registrovány se snahou výsledky uplatnit při zpracování kritérií posuzování důsledků přejíždění různých lesnických strojů, především však vyvážecích traktorů, které vykazují největší celkové zatížení odvozené jak od hmotnosti vlastního stroje, tak i nákladu, které podle typu stroje představují asi 10 – 20 t. Například vyvážecí traktor střední třídy ROTTNE Solid F 9, jehož vlastní hmotnost činí 10 600 kg, uveze náklad 9 000 kg, je opatřen 8 nízkotlakými pneumatikami o rozměrech 600/50. Při styčné ploše jednoho kola ca 4200 cm² činí specifický (měrný) tlak pneumatik na půdu ca 0,12 MPa (1,2 bar).

Velikost styčné plochy pneumatiky se může měnit v závislosti na několika faktorech, jako je hustění pneumatiky, tuhost její konstrukce, zatížení kola, jakož i poddajnost (tuhost, únosnost) konkrétní podložky, na kterou v daném okamžiku pneumatika působí. Na tvrdé nepoddajné podložce (jako je např. beton či asfalt) je styčná plocha pneumatiky menší, než by u stejné pneumatiky při shodném zatížení byla na podložce měkké, do níž se vzhledem k její menší únosnosti pneumatika zaboří (tj. např. na půdě). Uvedené faktory jsou především statického charakteru. Okamžitá velikost styčné plochy je ovlivňována i dynamikou stroje, tj. jeho pohybem (pojezdem) a záběrem kol – viz výše. Dynamika pojezdu stroje ovšem působí i na hodnotu okamžitého zatížení kola, a to včetně dynamických účinků přejezdů nerovností mikroreliefu, kdy jsou jednotlivá kola krátkodobě více zatížena, záběr kola může rovněž krátkodobě zvýšit působení silových účinků kola, aj.

Lze tedy předpokládat, že skutečné tlaky v půdě, a to i v jejích svrchních vrstvách do hloubky ca 15 cm, ve které se nachází převážná část jemných kořenů smrku, mohou být rozdílné oproti početně zjištěným tlakům specifickým. Pro porovnání důsledků vlivů pojezdů na stav kořenového systému tedy nedostačuje znalost pouze tlaků specifických, nýbrž je nanejvýš žádoucí znát příslušné skutečné hodnoty tlaků, jež případnou změnu stavu kořenů způsobily.



Obr. 9.3. Záznam průběhu měření půdních tlaků při pojezdu vyvážecího traktoru

Proto byla v rámci výzkumného řešení ústavem LDT LDF MMENDELU vytvořena a ověřena **metoda pro měření a registraci okamžitých tlaků v půdě**, která tyto údaje může poskytnout, neboť je použitelná v prostředí lesních porostů a je schopna činnosti i v obtížných podmínkách, kdy se mohou po poměrně měkkém povrchu půdy, v níž jsou v malé hloubce pod povrchem uloženy snímače tlaku, pohybovat rozměrné a velmi hmotné stroje (vyvážecí traktory). Pro měření okamžitých tlaků v půdě bylo použito unikátního měřicího řetězce.

Měření průběhu půdních tlaků probíhají se skutečnými vyvážecími traktory, jejichž výčet je zřejmý z tab. 9.1. Jednotlivá měření byla převážně uspořádána tak, že část plochy vyvážecí linky, po které se při měření tlaků pohyboval sledovaný stroj, byla pokryta definovanou vrstvou klestu (výšky vrstev klestu před pojezdem a po pojezdu jsou uvedeny v téže tabulce). Data, která byla zaznamenána při venkovních měřeních, byla následně zpracována tak, aby bylo možno formulovat shrnující poznatky. Je zřejmé, že působení tlaku kol stroje na konkrétní místo, tedy např. na kořen nebo tlakovou sondu, je

krátkodobé a má charakter tlakového impulsu, viz obr. 9.3. Při přejezdu stroje uvedenou pojezdovou rychlostí nad sondou uloženou kolmo ke směru pojezdu trvá tento impuls jen ca 0,04 s. Přitom je z grafických záznamů zřetelné, že impuls po tuto dobu nemá trvalou hodnotu, nýbrž lze pozorovat náběh, vrchol a pokles hodnoty tlaku. Pro propočty hodnot tlaků v půdě byly brány vrcholové hodnoty tlakového impulsu. Pro výpočet byly brány všechny relevantní hodnoty tlaků, tj. nebyly rozlišovány tlaky působené jednotlivými koly stroje, a to proto, že působení tlakových účinků na dané místo je významné i od kol traktoru, která nejsou přímo pod ložnou plochou.

Při posouzení údajů uvedených zde v tab. 9.1., jakož i ze záznamů o měřeních, lze dospět k několika poznatkům:

- Při prvním nájezdu kola nad tlakovou sondu jsou většinou naměřeny nižší tlaky, než při dalších přejezdech (pravděpodobně lze tak usuzovat na elastický stav půdy).
- I u těžkých vyvážecích traktorů se pozitivně projevuje účinek pokrytí povrchu půdy vrstvou klestu na roznášení tlaku v půdě – naměřené tlaky na sondách pod klestem jsou často až o 50 % nižší, než na sondách bez klestu.
- Účinek klestu však nelze přeceňovat, neboť zpravidla vrstva klestu nedokáže snížit tlak v půdě na výrazně nižší hodnoty, než kolik činí specifický tlak pneumatiky.
- Jestliže ověřovaný stroj vybočil při přejezdech již jen o relativně malou vzdálenost z původní stopy (řádově o 20 cm), pod kterou byla uložena tlaková sonda – což je v lesním provozu zcela obvyklé, tlak vyvolaný pojezdem kola v místě sondy se silně snížil (až na 1/10 běžné hodnoty). Vyplývá z toho, že při opakovaných přejezdech po stejné trase, nikoliv však s exaktním dodržáním pojezdu po stopě, nemusejí být kořeny vždy na stejném místě násobně vystavovány negativním účinkům tlaků.
- Na půdách, které byly silně proschlé, armované, apod. a tvořily pro kola traktoru tuhou podložku (např. lokalita č. 4), se projeví poměrně vysoké špičkové hodnoty půdních tlaků, a to i u stroje, u kterého na jiných půdách takové hodnoty naměřeny nebyly.
- Při prvním přejezdu kola nad tlakovou sondou dochází k postupnému zaboření kola do půdy (vytláčení stopy kola), přitom dochází k rozkladu silových účinků kola, jak je též naznačeno výše. Spolu s tím zejména na měkkých poddajných půdách dochází k zatlačení sondy do větší hloubky, tento posun může dosáhnout v závislosti na konkrétních podmínkách hodnot i několika cm a ve zvláště neúnosných půdách i desítek cm (vymačkávání rýh koly traktoru). Jestliže by ovšem byl na místě sondy kořen, který přechází a je zakotven v okolí místa průjezdu kola a nemůže se tedy bezeškodně posunout tak, jako tlaková sonda, pak taková situace zřejmě může být příčinou vzniku mimořádného axiálního i radiálního napětí v pletivech kořene a jeho poškození.

Rovněž byl zjištěn významný fakt, že špičkové hodnoty půdních tlaků mohou dosáhnout i několikanásobně větších hodnot, než kolik činí tlak specifický – viz např. měření tlaku v půdě na lokalitě č. 4 nebo 1. Tuto zdánlivou anomálii lze pravděpodobně vysvětlit zejména dynamickými účinky pojezdu stroje (vyvozování trakční síly a působení silových účinků setrvačných pohybů stroje při přejezdech drobných nerovností) na poměrně tuhých půdách. K obdobnému závěru dospěl i Schlaghamersky (1991).

Vzhledem k tomu, že tlakové sondy byly uloženy ve shodných podmínkách, jako se nacházely kořeny stromů, lze odvodit, že obdobným hodnotám tlaků, jaké jsou uvedeny v tab. 9.1., byly vystaveny i kořeny, u kterých v rámci dalších šetření charakterizovaných v dalším textu byly zjišťovány fyziologické a morfologické změny zatěžovaných kořenů i změny fyzikálních charakteristik půdy. Zjištěné výsledky měření tlaků v půdě tak mohou být použity pro odvození míry poškození kořenových systémů v závislosti na provozovaném těžebním stroji, v daném případě vyvážecím traktoru.

Poř.č. lokality dle tab. 5.1.1._1	Označení lokality	Typ stroje	Podvozek	Celková	Zatížení	Styčná	Spec. tlak na půdu max. (bar)	Půda	Výška klestu		Tlak v půdě prům. (bar)	Tlak v půdě max. (bar)	Tlak v půdě - median (bar)
				hmotnost	kola (max.)	plocha			před	po pojezdu			
				(kg)	(kg)	(cm ²)			(cm)	(cm)			
2	Jedovnice ŠLP Křtiny	jednoosý přívěs za UKT	kola	3 300	1 650	775	2,1	viz kap. 5.1.1	40	22	0,8 0,5	1,2 0,9	0,8 0,6
	Jedovnice ŠLP Křtiny	traktor se zátěží lanovky Larix	kola	7 850	2 820	2 520	1,2	viz kap. 5.1.1	45	18	1,2 1,0	1,4 1,6	1,2 1,0
4	Vranov 2, Krmelec ŠLP Křtiny	FMG Mini Bruunett 678	kola	17 950	2 400	2 295	1,1	viz kap. 5.1.1	50	17	2,5 2,5	4,0 4,0	2,8 3,0
3	Vranov 1, Mraveniště ŠLP Křtiny	jednoosý přívěs za UKT	kola	3 300	1 650	775	2,1	viz kap. 5.1.1	40	24	1,1 1,0	1,6 1,3	1,2 1,0
	Vranov 1, Mraveniště ŠLP Křtiny	FMG Mini Bruunett 678	kola	17 950	2 400	2 295	1,1	viz kap. 5.1.1	38	18	2,4 0,9	3,5 1,4	2,2 0,9
	Nová Říše u Telče plocha A, smrk 80 r.	FMG Mini Bruunett 678	kola	16 500	2 120	2 107	1,0	hlinitá, oglejená vlhkost 38%	35	16	1,8 1,2	2,5 1,6	2,0 1,2
	Nová Říše u Telče plocha B	FMG Mini Bruunett 678	kola	16 500	2 120	2 107	1,0	hlinitá, oglejená vlhkost 21%	40	22	0,8 0,8	1,2 1,3	0,8 0,7
	Cikar - plocha A. smrk, 70 r.	LogBear 4000	pásky	5 900	1 790	5 750	0,3	rašelina+písek vlhkost 29%	30	19	0,8 0,4	1,1 0,6	0,9 0,3
	Cikar - plocha B. smrk, 70 r.	Nokka Forwarder 24 WD	pásky	11 600	2 700	6 000	0,5	rašelina+písek vlhkost 39%	30	18	0,6 0,3	0,7 0,5	0,6 0,3
	Cikar - plocha C. smrk, 80 let	Valmet 840.1	kola	23 600	3 600	3 000	1,2	rašelina+písek vlhkost 30%	45	25	0,2 0,1	0,3 0,1	0,2 0,1
	Cikar - plocha D. smrk, 60 let	Valmet 840.1	kola	23 600	3 600	3 000	1,2	rašelina+písek vlhkost 13%	36	20	1,3 0,7	2,1 0,9	1,5 0,8
	Jeseníky - Skřítek smrk, 90 let	Timberjack 1110 D	kola	24 400	3 750	4 200	0,9	hnědá, hlinitá, skelet vlhkost 35%	38	17	2,9 3,0	3,4 3,8	3,0 2,8
5	Račín LDO Přibyslav, pl. A	FMG Mini Bruunett 678	kola	16 970	2 510	2 440	1,0	viz kap. 5.1.1	40	15	1,1 1,1	1,8 1,2	1,1 1,1
	Račín LDO Přibyslav, pl. B	FMG Mini Bruunett 678	kola	16 970	2 510	2 440	1,0	viz kap. 5.1.1	38	15	2,0 1,3	3,5 1,7	2,2 1,4
6	Račice LČR Bučovice	Rottne Solid F 12	kola	27 200	4 200	3 920	1,1	viz kap. 5.1.1	45	21	1,3 1,2	1,8 1,6	1,4 1,2
8	Hodice LČR Telč, pl. A	FMG Mini Bruunett 678	kola	16 700	2 190	2 288	1,0	viz kap. 5.1.1	35	16	1,2 1,2	1,4 1,5	1,2 1,2
	Hodice LČR Telč, pl. B	FMG Mini Bruunett 678	kola	16 700	2 190	2 288	1,0	viz kap. 5.1.1	35	22	1,2 1,1	1,4 1,3	1,3 1,1

Tab. 9.1. Přehled některých výsledků měření půdních tlaků způsobených pojezdem těžkých strojů

Zjištěné výsledky však mají i provozní využití, neboť z nich lze odvodit i některá opatření, tj. např. důsledné pokrývání povrchu půdy dostatečnou, tj. min. 30 – 40 cm vysokou vrstvou klestu, a to zejména v blízkosti okrajových stromů na linkách, které jsou nejvíce vystaveny negativním účinkům pojezdů strojů. Rovněž by mělo být dodržováno optimální hustění pneumatik, neboť přehustěné pneumatiky, a to i tzv. nízkotlaké, způsobují vznik větších tlaků na půdu, neboť jejich styčná plocha s podložkou je nižší. Při našich měřeních bylo zjištěno, že styčná plocha nízkotlaké pneumatiky Trelleborg TWIN 600/60-30,5 (šířka běhounu 600 mm) namontované na traktoru Zetor 7245 Horal, zatížené 1530 kg a nahustěné na hodnotu 1,8 bar, je o ca 15 % nižší, než při hustění 0,8 bar. K podobným poznatkům dospěl rovněž Schlaghamersky (1991). Rovněž opakované pojezdy strojů po téže stopě by měly být minimalizovány, neboť postupné vytváření kolejí vlivem jejího stlačování či vytlačování do stran spolupůsobí na zvýšení půdních tlaků v povrchové vrstvě půdy a v případě výskytu kořene v dané zóně lze očekávat jeho značné poškození. V zahraniční literatuře je tento názor rovněž uváděn, např. Hofmann (1989)

9.2. Vliv pojezdového ústrojí na kořenové systémy stromů

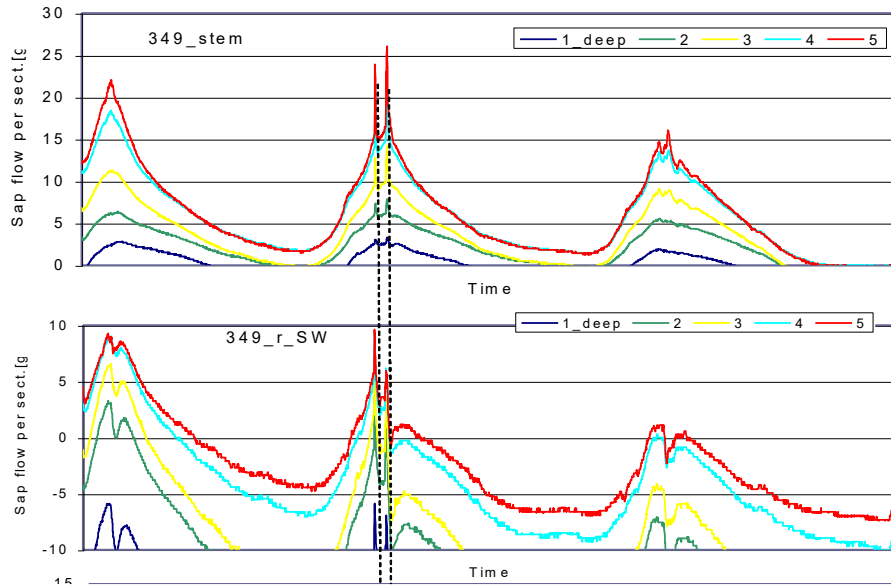
Cílem ekofyziologického výzkumu koordinovaného ÚLDT LDF MENDELU (viz Neruda a kol., 2005) bylo objektivně stanovit následky mechanického narušení kořenů, speciálně změn jejich funkčního stavu, jak jej odráží jejich schopnost absorbovat, resp. transportovat vodu. Současná měřicí elektronická technika dovoluje tyto změny okamžitě detekovat u jednotlivých kořenů a kmenů a specifikovat okolnosti, za kterých k poškození dochází.

Transpirační proud

Transpirační proud byl měřen metodou deformace tepelného pole (metoda HFD, Nadezhdina et al. 1998, 2006) při použití jednobodových čidel na malých skeletových kořenech a pětibodových čidel na velkých skeletových kořenech a kmenech pokusných stromů.

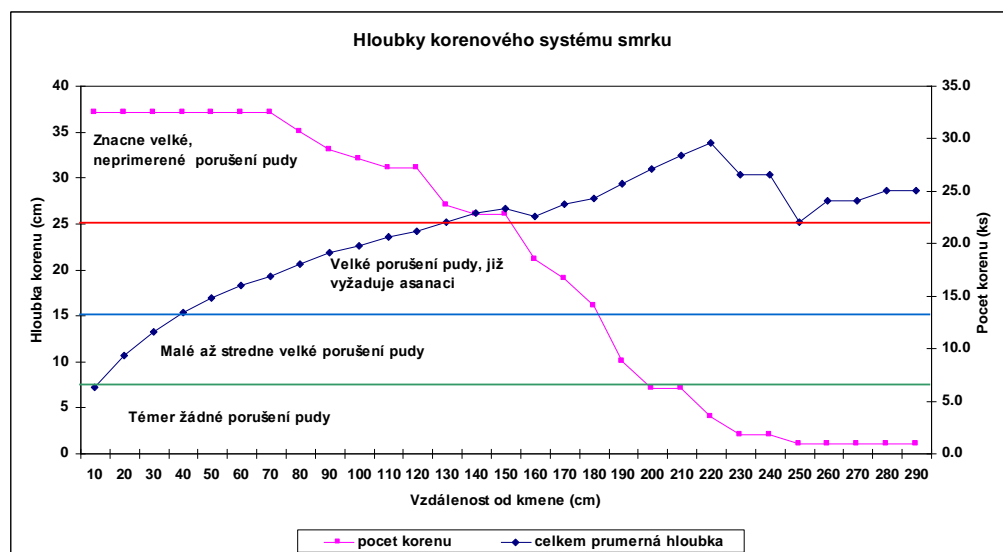
Experimentálně bylo u modelového materiálu (sazenic) zjištěno, že působením zvýšeného zhuštění substrátu byla snížena akumulace sušiny kořenů, snížena měrná objemová hmotnost kořenů (což poukazuje na pozměněnou vnitřní architekturu), snížena celková plocha kořenových systémů, avšak zvýšena hodnota RAI (tj. vyšší hustota a neochota kořenového systému penetrovat do nepříznivého prostoru). Při odkrývání kořenových systémů proudem supersonického vzduchu byla odstraněna zakončení jemných kořenů. Ukázalo se, že mělké, válcovité kořeny, pokud byly pojezdem traktoru poškozeny, reagovaly na stres i po roce vnímavěji častými výrony pryskyřice oproti kořenům pojezdem nedotčených. Kořenové náběhy a proximální části skeletových kořenů byly zejména v jarním období nejzranitelnější. Ke stržení kůry, lýka, kambiální zóny až nejmladšího letokruhu docházelo snadno z důvodu široké vrstvy buněk s dosud nedostatečně lignifikovanými stěnami a vysokým podílem živých protoplastů koloidní a slizovité povahy.

Mimo popisu změn struktury kořenů pod vlivem pojezdu těžkých strojů byl prokázán význam studia absorpční funkce kořenů, měřitelné na základě transpiračního proudu. Transpirační proud v kořenech ovlivněných pojezdem zřetelně a okamžitě reagoval na zatížení ostrým vzestupem a následujícím poklesem (píkem, během několika minut) – viz obr. 9.4. Transpirační proud se v důsledku pojezdů snižoval v průměru cca o 40 %. To ukazuje vážné lokální poškození vodivého systému xylému. K tomu však docházelo jen u kořenů nacházejících se do hloubky ca 10 – 12 cm pod povrchem a jen pokud byla zatížena významná část těchto kořenů (pokud jejich celková projekční plocha byla vyšší než 500 cm²).



Obr. 9.4. Denní dynamika transpiračního proudu

u smrkového vzorníku č. 349 změřena několika multi-bodovými čidly během pojezdů. Vertikální linie označují dobu trvání pojezdů. Transpirační proud výrazně reagoval na pojezd, zejména v povrchových vrstvách běle.



Obr. 9.5. Rozložení kořenového systému smrku a míra jeho ohrožení pojezdem strojů

Všeobecně se jeví nutné na vývozních liniích v lesních porostech pohyb traktorů minimalizovat. Aplikace nízkotlakých (a také nízko hustěných) pneumatik u vyvážecích traktorů se ukázala užitečná, velikost a doba trvání půdního tlaku způsobeného zatížením pohybujících se těžkých strojů poklesly. Uložení smrkového chvojí na přibližovací linie ochrany kořenů a kořenových náběhů významně napomáhalo. Byl tak výhodně využit místní odpadový materiál, omezily se škody na kořenech a při tom zůstala zachována technická sjízdnost vyvážecí linky. Ochrana účinkovala, jestliže byla původní vrstva před pojezdem alespoň 40 cm vysoká a z těžebních zbytků byly odstraněny silnější části větví (protože mohly lokálně způsobit i zvýšení tlaku). Předběžně lze doporučit, aby šířka vyvážecích linií byla zásadně dodržována minimálně na 3,5 až 4 m. Jednak tím dochází k oddálení těles traktorů a pneumatik od kmenů a pojezd probíhá nad kořeny nacházejícími se v poněkud větší hloubce (čímž se omezují škody na stromech) – viz též obr. 9.5., také současně stoupá výkonnost vyvážecích traktorů.

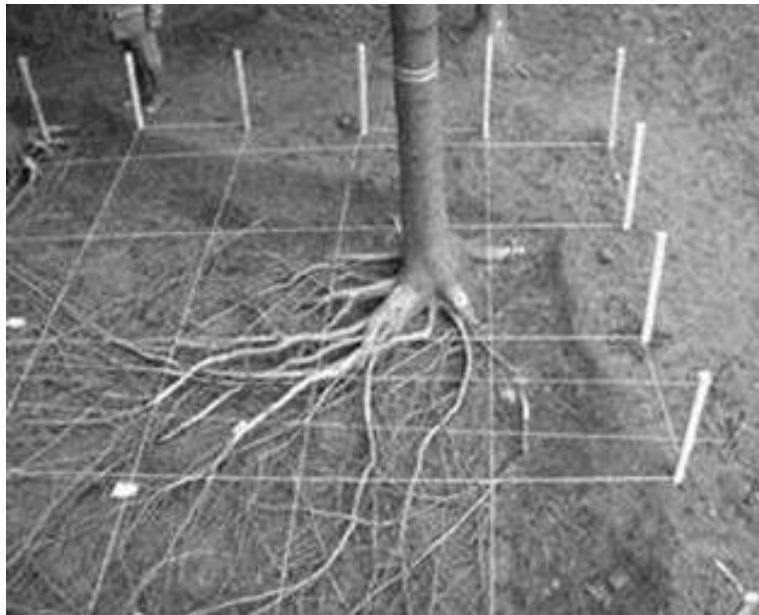
9.3. Metody hodnocení míry vizuálně zjistitelného poškození porostu po použití těžebně dopravních strojů

9.3.1. Metody posuzování míry poškození porostu těžebně-dopravními stroji

Poškození stromu je způsobeno nejčastěji interakcí hydraulického jeřábu jak harvestoru, tak vyvážecího traktoru či kácecí hlavicí. Přitom hrají významnou roli osobní zkušenost, disciplína a schopnosti operátora těžebního stroje v závislosti na úrovni jeho vyškolení. Stromy mohou být taktéž poškozeny některou částí projíždějících strojů, pokud jsou vyvážecí linie nekvalifikovaně vytyčeny či vykáceny. Linie by měly být s ohledem na daný terén široké 3,5–4,5 m (podle typu harvestoru a vyvážecího traktoru).

Kořenové náběhy jsou nejvíce poškozovány na úzkých vyvážecích liniích nebo při přejíždění překážky v terénu. Odřeni stromů může také nastat při nakládání nevhodně uložených sortimentů podél linií či v porostu.

Kořenový systém stromů na linkách je nejvíce poškozován na vlásečnicích, které jsou rozprostřeny přímo pod půdním povrchem. Úměrně s mechanickým narušením půdního povrchu (stlačením) dochází taktéž k narušení až přetrhání kořenového systému. Kromě správně volených technických vlastností pojezdového systému strojů může škody potlačit předem navrstvený klest (minimální tloušťka vrstvy klestu je 25–30 cm po stlačení). Obr. 9.6. ukazuje povrchové rozložení kořenového systému smrku ve čtvercové síti (1 x 1 m) a jeho povrchové narušení v pojezdové dráze vyvážecí soupravy. Vyvážecí linka nebyla překryta ochrannou vrstvou klestu.



Obr. 9.6. Povrchové rozložení kořenového systému smrku

Řada autorů, kteří studovali poškozování lesních porostů v průběhu přibližovací činnosti, došla k závěru, že délka vlečených kusů dřeva ovlivňuje poškození stromů v daleko větší míře, než druh přibližovacího mechanizačního prostředku.

Heij a Leek (1981) například uvádějí, že při soustředování celých stromů bylo v porostech poškozeno 25 % stojících stromů, a že při metodě kmenové je toto procento jen nevýrazně nižší (22 %). Při metodě sortimentů, která je obecně považována za nejšetrnější, dochází na operační ploše k poškození maximálně 5 % stojících stromů v porostu (Eckhart, 1979). Obdobné výsledky uvádí Ulrich a kol. (1999) - v 6 regionech na 50 lesních porostech s celkovou výměrou 307 ha po vytěžení 14.900 m³ v probírkových zásazích různými technologickými postupy dosahovaly škody u harvestorové technologie 3- 5 %, u kmenové technologie ve variantě motorová pila + kůň + UKT 7 je to 8 % a u kmenové technologie na svahu ve variantě motorová pila + kůň + LKT 22 dosahuje poškození až 23 %.

Dle Wilperta (1998) lze hlavní faktory, které mohou vést k odhadu škod na půdě, následovně rozdělit:

Půdní vlastnosti:

1. půdní vlhkost (stav mokrý, čerstvý, suchý)
2. zrnitost půdy (jíl, hlína, písek)
3. obsah skeletu (bez kamenů, malý počet kamenů, velké množství kamenů)
4. biogenní možnost agregace (nízká, střední, vysoká).

Technické parametry

1. celková hmotnost stroje (menší než 5 t, 5 – 15 t, větší než 15 t)
2. výška klestu na lince (menší než 10 cm, 10 – 30 cm, větší než 30 cm)
3. počet pojezdů stroje po jedné linii (1 – 2, 2 – 5, více než 5 pojezdů).

Uvedený počet celkem 7 faktorů ukazuje, jak komplexní je jejich účinek, a tudíž i jak obtížný je odhad úrovně vzniklých škod.

V evropské lesnické praxi neexistuje jednotný způsob odhadu, či měření rozsahu škod na prostředí po těžebním zásahu harvestoru. Jako příklad způsobu vyhodnocení škod na půdě a stromech mohou posloužit některé postupy ze Spolkové republiky Německo, Finska, USA a Nového Zélandu, jež byly zkoumány ústavem lesnické a dřevařské techniky LDF MENDELU (ÚLDT).

A. Metoda hodnocení ohrožení půdy používaná v Dolním Sasku (SRN)

Princip metody se zakládá na rizikovém rozřídění stanovištních typů s ohledem na jejich vlhkostní poměry. K tomuto účelu slouží především porostní mapa s vyznačením stanovištních typů – porostů, které je možno dle rizika poškození rozřadit na málo, až velmi silně ohrožené. Pro jednotlivé stupně ohroženosti je vypracováno provozně hospodářské opatření, jež je lesním personálem přímo uskutečněno v terénu, viz tab. 9.2. (Matthies, 1998).

Stupeň ohrožení půdy	Riziko škod	Klasifikační parametr, vodní režim	Půda	Doporučení pro provoz
I.	malé	žádný, slabý, střední ovlivnění podzemní vody	únosná, bez snahy po stlačení	nasazení lesnických strojů bez omezení
II.	střední	trvalý, čerstvý, slabě podmáčený	spraš s pískem pokrývající jinou zeminu	nízkotlaké pneumatiky, ochranná rohož z klestu
III.	vysoké	střídavě suchá a mokrá půda, trvale podmáčená půda	spraš s pískem na hlíně	pojezd jen po liniích, nízkotlaké pneumatiky, rohož z klestu po celé délce 30 cm
IV.	velmi vysoké	vlhká, trvale nasycená půda vodou	rašeliniště	pojízďení jen za příznivého počasí, na zpevněných liniích či cestách

Tab. 9.2. Stupně ohrožení půdy a provozní opatření

B. Metoda hodnocení škod na půdě dle Mc Nabba

Metoda je koncipována pro rychlý odhad rizika poškození půdy při pojezdu strojů. K tomuto účelu použil McNabb z USA tři faktory (Matthies 1998):

1. půdní struktura (textura)
2. půdní vlhkost
3. tvar terénního reliéfu.

Uspořádání jednotlivých faktorů ukazuje (tab. 9.3.). Faktory v tabulce jsou mezi sebou násobeny dle odhadnutého stupně příslušného faktoru. Výsledek násobení udává hodnoty od 1 do 27. Pro vypočítanou hodnotu se vyhledá v pravé části tabulky příslušné riziko pro tvoření kolejí v půdě. Je třeba říci, že hloubka kolejí je znakem poškození půdy, avšak nemusí být vždy průkaznou veličinou. Např. při nasycení půdy vodou vytvoří se sice koleje, ale nedochází již ke stlačení. Dochází zde k tzv. viskozitnímu pohybu půdních částic, které jsou vytlačovány z kolejí. U jílovitých půd, zvláště při optimální vlhkosti dle mechaniky zemin, dochází k velkému stlačení a tím k hlubokým kolejím. Za sucha působí některý povrch půdy pružně, zvláště je-li povrch pokryt porostem borůvčí, či drnovou pokrývkou. Zde nedochází k výraznému poškození půdy, zvláště při užití nízkotlakých pneumatik.

Faktor	1	2	3	Riziko extrémního tvoření kolejí	hodnota součinu faktorů
Půdní struktura	hrubá	jemná	organická	I. malé	1 – 4
Vlhkostní stav	suchý	vlhký	mokrý	II. střední	5 – 11
Tvar terénního reliéfu	konvexní	konkávní	spád větší 30 %	III. vysoké	12 - 27

Tab. 9.3. Metoda odhadu rizika poškození půdy dle hodnoty součinu hodnotících faktorů

C. Německá metoda zkusných ploch

Metoda z Bádenska – Würtemberska je určena k hodnocení škod vzniklých těžbou na půdě a stromech v lesním porostu. U porostů menších než 2 ha je posuzován celý porost, u větších porostů se hodnocení provádí na zkusných plochách. Měření, či odhad škod provádí technickohospodářský pracovník nebo vedoucí pracovník zodpovědný za provoz strojů.

Na vyvážecích linkách se vyznačí zkusné plochy ve tvaru kruhu o poloměru 12,6 m, což odpovídá kruhové ploše 0,05 ha. (obr. 9.8.). Stanovení počtu zkusných ploch závisí na velikosti těžebního porostu. K určení počtu ploch slouží nomogram na obr. 9.7. Střed kruhů leží vždy ve středu linky, nejméně však 13 m od okraje porostu. Rozstup kruhů na lince se řídí dle celkové délky linek a stanoveného počtu zkusných kruhů.

Hodnocení poškození půdy: každý kruh protíná stopy dvou kol na dvou místech, čímž se obdrží 4 měřicí body, na kterých se měří hloubka kolejí. Naměřené hodnoty se zapíší do formuláře, který protokoluje výsledky měření. Výsledkem je vypočítaná průměrná hloubka kolejí na linkách. Tím jsou získány informace o míře poškození půdy pojezdem strojů. Základní metoda má určité nevýhody, neboť při ní není zjišťována vlhkost půdy, povětrnostní podmínky a fyzikální veličiny půdy, tlak v pneumatikách a tím i velikost tlaku na půdu v dotykové ploše kola, počet jízd s nákladem. Pro provozní potřeby je však tato metoda dostatečně průkazná a používá se v praxi jako součást protokolu o kvalitě provedených těžebních prací.

Hodnocení poškození stromů: kmen musí být posouzen v dolní i horní části, zlomy větví nejsou zohledněny, určení polohy největšího poškození na stromě je nutno rozdělit: pod 1 m výšky a škody nad 1 m výšky. Každý kontrolovaný strom musí být označen. Na místě těžby je potřeba určit střední průměr výčetní tloušťky porostu. Poškození na kmenech je považováno za závažnou škodu tehdy, je-li velikost zranění nad 10 cm² a dřevo kmene je obnaženo. Malé plochy stržené kůry se mohou počítat, pokud mezi nimi není pás kůry širší než 10 cm. Poškození na jednotlivých kořenech je považováno za škodu, nepřesahuje-li vzdálenost 1 m od kmene. Do výčtu poškození jsou zahrnována také poškození v určitých výškách, vzniklá při pádu stromů. Způsob kontroly je vhodný pro každý terén a druh dřeviny. Podúrovňové stromy do průměru 7 cm se do sledování škod nezahrnují. Kontrolní přejímání pracovišť by mělo být vyhodnoceno do 3 měsíců od provedení těžebního zásahu.

Míra poškození stromů v porostu se zjišťuje: počet poškozených stromů x 100 / součet všech stromů (poškozených a nepoškozených).

Velikost poškození stromu má význam pro zvýšení pravděpodobnosti napadení houbovými patogeny. Stržení kůry široké a nízké (kolmé na osu kmene) se zavalují a hojí mnohem déle, než poškození dlouhá a úzká (rovnoběžná s osou kmene), a proto období, ve kterém mohou být sporami hub infikovány, je mnohem delší.

Rozborem empirického materiálu (Ulrich, 1999) poukázal na to, že největší a nejnebezpečnější poškození stromů je v přízemních částech do výšky 60 cm po vyklizování a vyvážení dříví z porostů. Na živých stanovištích s vyšší rezistencí porostů dochází při malých rozměrech stržené kůry k úplnému zacelení poškození hojivým pletivem, což znamená, že včasné nátěry fungicidními prostředky by zabránily napadení stromů hnilobou. Je však potřebné zatřít místo po stržení kůry nejen bez zbytečného prodlení (nejlépe ihned, nejpozději však v řádu několika hodin po poškození, nýbrž i v dostatečné šířce přes okraj tak, aby nedocházelo k mezerám a neošetřeným místům, kde je nebezpečí napadení pevníkem krvavějícím. Při kontrolách škod na probírkových porostech bylo zjištěno, že kvalita ošetření je nejhorší při soustředování potahy a UKT. Neošetřená poškození jsou často zapříčiněna prostým zapomináním pracovníků, kde k poškození došlo, a nátěry se provádí až po skončení vyklizování, což je v případě ohrožení infekcí pevníkem krvavějícím již pozdě.

D. Upravená německá a finská metoda zkusných ploch

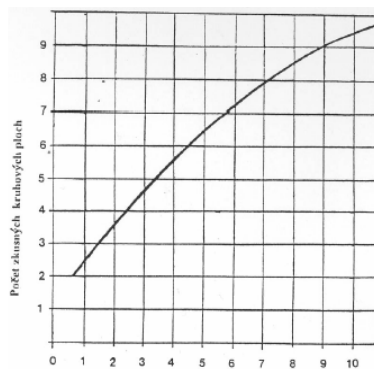
Na ústavu lesnické a dřevařské techniky LDF MENDELU byla **německá metoda zkusných ploch upravena** náhradou původního kruhového tvaru zkusné plochy čtvercem 20 x 20 m (0,04 ha) – obr. 9.9. Tento způsob je pro praxi vhodnější, neboť se v porostu snáze vytyčuje. Pro hodnocení míry poškození stromů jsou posuzovány všechny stromy na zkusné ploše a do formuláře evidovány druhy poškození:

1. mechanické poškození kořenových náběhů a kmene stromu (odřeni, odloupení kůry, apod.), drobná poškození povrchu stromu s plochou do 10 cm²
2. větší poškození stromu s plochou do 100 cm²
3. poškození nad 100 cm²
4. stromy bez poškození.

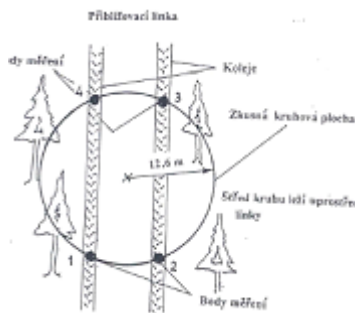
Je-li na jednotlivém stromě několik poškození, eviduje se každé samostatně. U jednotlivých stupňů poškození 1-3 se upřesňuje výška, ve které k poškození došlo mechanickým způsobem.

Rovněž byla ÚLDT hodnocena a upravena **metoda finská** hodnocení poškození půdy i stromů. Základní princip je podobný jako u metody německé, avšak zkusná plocha upravené finské metody má tvar obdélníka s kratší osou podél vyvážecí linky dlouhou 10 m, do stran od linky je rozdělena na 3 obdélníky široké vždy po 4 m, tj. vzdálenost na každou stranu je 12 m. Celkový rozměr zkusné plochy činí 10 x 24 m. Na takto vymezené zkusné ploše lze hodnotit jak poškození půdy, tak i vizuálně zjistitelná poškození stromů.

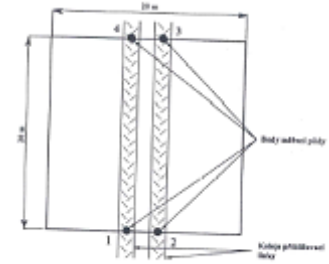
Souhrnné hodnocení výsledků poškození porostů jednotlivými metodami jsou uvedeny na příkladech v obr. 9.10. a 9.11.



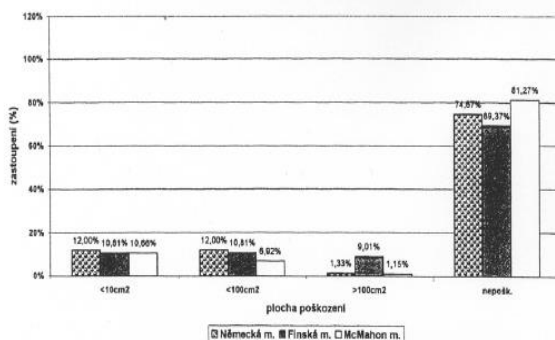
Obr. 9.7. Určení počtu zkusných ploch



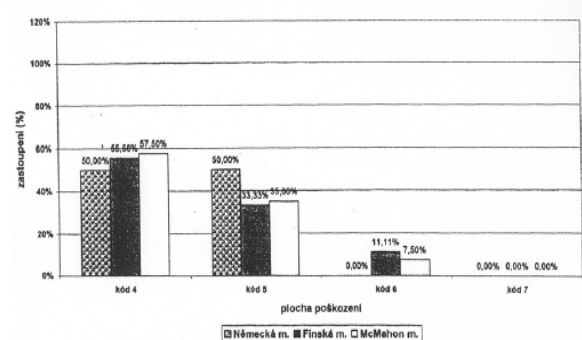
Obr. 9.8. Uspořádání kruhové zkusné plochy u německé metody



Obr. 9.9. Uspořádání čtvercové zkusné plochy u upravené metody



Obr. 9.10. Poškození stromů ve smrkovém porostu stáří 57 let, harvestor ROTTNE 5005, vyvážecí traktor ROTTNE SOLID F9



Obr. 9.11. Poškození půdy ve smrkovém porostu stáří 57 let, harvestor ROTTNE 5005, vyvážecí traktor ROTTNE SOLID F9

Z grafů na obrázcích je zřejmé, že poškození zbývajících stromů v porostu po těžbě harvestory je minimální. S ohledem na maximální šetrnost k lesním porostům a k půdě je nejvýhodnější provádět probírky harvestorovou technologií, což vyplývá z výsledků Ulricha a kol. (1999, 2000, 2001) a

dále ze zkušeností a z odborné literatury zemí Skandinávie, a zejména z Rakouska, SRN a Švýcarska).

E. Metoda hodnocení poškození porostů dle McMahona

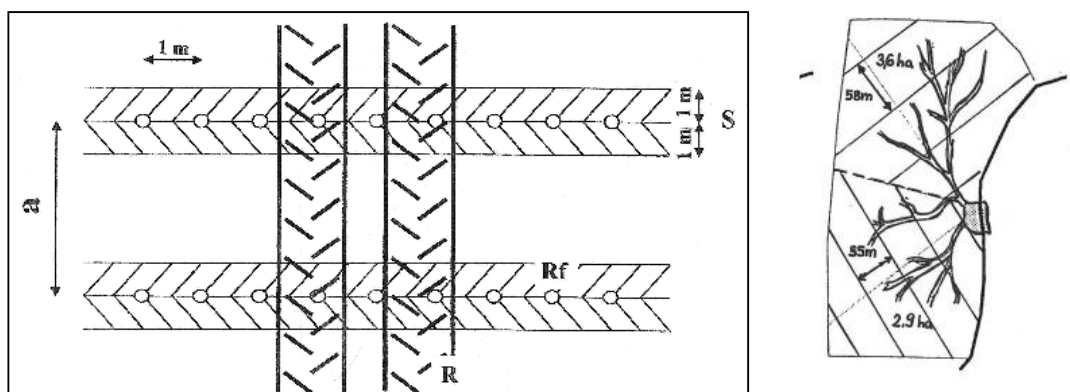
Tato metoda je součástí kvalitativního hodnocení půdního poškození těžbou na Novém Zélandě a v Kanadě (McMahon, 1995). V SRN provedl návrh na užití této metody Schöttle a Pfeil (Forstliches Versuchs- und Forschungsanstalt Baden – Württemberg, 1998). V České republice ověřili a po modifikaci použili tuto metodu pro výzkumné účely Neruda (2000), Neruda a Valenta (2004) a Ulrich (1999, 2001).

Koncepce metody se zakládá na okulárním odhadnutí druhu a míry porušení půdy v měřicích bodech, které leží na kolmých liniích k přibližovacím a vyvážecím linkám (obr. 9.12.). Zjištěná poškození půdy na měřicích bodech jsou klasifikována dle kódů uvedených v tab. 9.4.

Třída poškození	Kód	Kategorie poškození	Popis
Bez poškození	1	Bez poškození, skály, kameny, pařezy	Humus není narušen, žádné poškození půdy, žádné vrstvy klestu, zmlazení 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.
Hlubkové 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	
Navrstvení klestu	8	Navrstvení minerální půdy a podloží	Navrstvení na povrchu lesní půdy, vrstvy nejsou zpevněny.
	9	Tloušťka vrstvy do 30 cm	Lesní půdu není možné spatřit, překážky sazenicím a výsadbě.
10	Tloušťka vrstvy nad 30 cm		

Tab. 9.4. Katalog kódů pro hodnocení poškození půdy dle McMahonovy metody

V odstupech jednoho metru je v kruhu o poloměru 30 cm (plocha 707 cm²) 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. 9.5.). 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.



Obr. 9.12. Způsob vedení zkušních ploch u McMahonovy metody v modifikaci ÚLDT

Chyba (%)	Počet měřících bodů
1	10 000
2	2 500
3	1 111
4	400

Tab. 9.5. Požadované počty měření podle pravděpodobnosti výskytu jevu

Pro potřeby rozšíření počtu informací, poskytovaných při zjišťování škod podle popsané metody Mc Mahona, byla ústavem lesnické a dřevařské techniky LDF MENDELU zpracována **modifikace McMahanovy hodnotící metody**. Tato modifikace metody spočívá zejména v doplnění původního souboru kritérií poškození půdy o tři kritéria charakterizující mechanické poškození kořenových náběhů a kmene stromu (odřezání, odloupení kůry, ap.), a to: kód 12 označuje drobné poškození povrchu stromu s plochou do 10 cm², kód 13 označuje větší poškození stromu s plochou do 100 cm², kód 13 + registruje poškození nad 100 cm². 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.

Dle obr. 9.12. 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. Rozstup zkusných ploch (a) se stanoví podle velikosti porostu. V případě různé orientace přibližovacích a vyvážecích 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.

Při posuzování je důležitý i odtok vody z kolejí. U krátkých délek kolejí by neměl vzniknout problém odtoku. Hloubka kolejí se měří k výšce odvalu. Jestliže se kolej nachází již v minerálním podloží, označí se bod písmenem M. Pokud se jedná o stlačenou půdu, označí se C.

Plocha zpracovaného porostu musí být vyznačena v porostní mapě zrovna tak, jako skládky a sekundární zpřístupnění porostu, včetně zvlášť vyčleněných ploch, jako biotop, potok, atd. Rozstup měřících linií je závislý na ploše porostu.

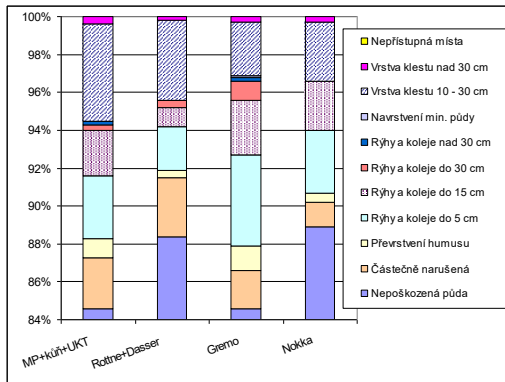
Rozstup R (m) = plocha porostů F (či částí) x 1000 (počet zvolených měřících bodů) x 10000.

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

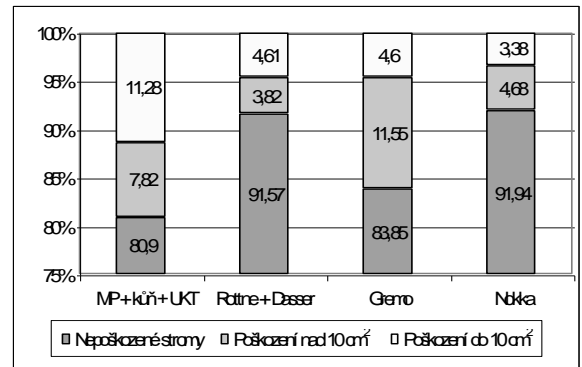
Výhody a nevýhody:

1. Metoda poskytuje poměrně přesné údaje pro celou plochu hodnoceného porostu.
2. Hodnocená kritéria lze volit a upravovat dle potřeby (např. rozlišení hloubek narušení půdy, velikost a umístění poškození stromů).
3. V provozní praxi posoudit 1000 měřících bodů před a po nasazení harvestoru na každém porostu je však časově náročné.
4. Trasování měřících linií a bodů je v mladém porostu (ca 30 let) obtížné z hlediska orientace.
5. Metoda je tedy spíše vhodná pro vědecké účely a srovnávací studie.

Pro ilustraci jsou příklady výsledků aplikace McMahanovy metody v modifikaci ÚLDT při posuzování poškození půdy a stromů těžbou uvedeny v obr. 9.13. a 9.14.



Obr. 9.13. Výsledky hodnocení škod na půdě dle McMahonovy metody v modifikaci ÚLDT



Obr. 9.14. Hodnocení míry a struktury poškození stromů dle McMahonovy metody v modifikaci ÚLDT

9.3.2. Vliv počtu přejezdů strojů po vyvážecích linkách

Obecně lze konstatovat, že počet opakovaných přejezdů strojů po jedné trase výrazně zhoršuje důsledky jejich provozu na půdu. Je známo, že se při prvních dvou až třech přejezdech projeví největší ztuhnutí půdy, při dalších přejezdech zejména na půdách plastických pak může docházet k vytlačování půdy do stran. Základní zásadou by proto měla být snaha o minimalizaci počtu přejezdů strojů. S tím může souviset i určitý logistický problém, tj. zda použít stroj lehčí s menší nosností s výhledem většího počtu přejezdů nebo použít stroj s větší kapacitou (tedy i těžší), avšak s menším počtem přejezdů. Tento problém by měl být řešen i v rámci přípravy výroby na daném konkrétním pracovišti. V zahraničí je uznávanou horní hranicí pro max. počet přejezdů počet šesti přejezdů.

9.3.3. Kritérium pro dovolené poškození půdy

Negativní dopady provozu těžebně – dopravních technologií na lesní prostředí 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 10-15 cm.

9.3.4 Certifikovaná metodika kontrolní činnosti škod způsobených těžební činností

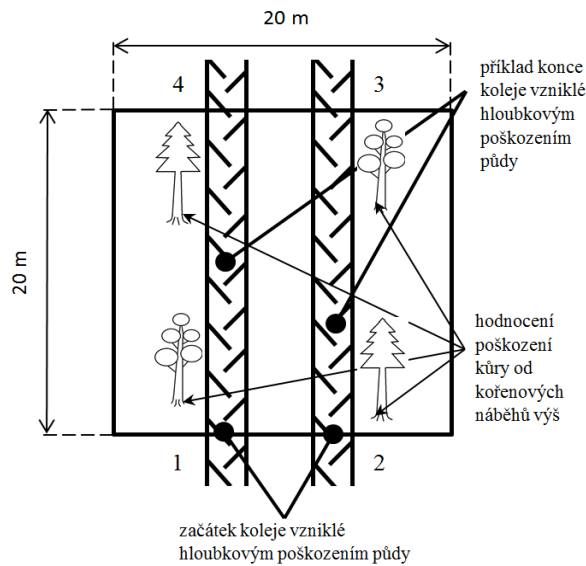
Na základě dlouhodobých vědeckovýzkumných šetření LDF MENDELU byla v roce 2013 péčí ústavu lesnické a dřevařské techniky a ústavu geologie a pedologie navržena metodika, jejímž cílem je **stanovení kritérií přípustného poškození půdy** a lesního porostu působeného v důsledku provozování těžební činnosti, 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 této souvislosti je třeba především jasně **deklarovat, že součástí těžebních činností a soustředování 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 především třeba **definovat situace, kdy vznik rýhy není považován za nepřiměřené poškození lesa a ostatních pozemků**.

Podrobná charakteristika této nové certifikované metodiky je podána v kap. 4.7. skriptu Technika a technologie v lesnictví (Neruda, J. a kol., 2013). Využívá postupů, při nichž jsou škody zjišťovány na čtvercových zkusných plochách (obr. 9.9. a 9.15.), jejichž počet je odvozen z velikosti těžebního

porostu – viz nomogram na obr. 9.7. Na těchto plochách jsou hodnoceny všechny stojící stromy (poškozené i nepoškozené) a zjišťuje se hloubka kolejí se stanoví od povrchu terénu.



Obr. 9.15. Detail zkouškové 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. 4.60.). 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 asanačních** 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 koleje, 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** v kap. 27 skriptu *Technika a technologie v lesnictví* (Neruda, J. a kol., 2013). 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 mění v závislosti na SLT, na svahu, atd., a mohou dosáhnout hodnot od 7 do 25 cm.**

9.3.5. Možnosti modelování vzniku škod způsobených těžebním zásahem

V rámci výzkumného šetření ÚLDT LDF MENDELU byla na základě posouzení výsledků poskytovaných jednotlivými hodnotícími metodami byla provedena statisticko-matematická analýza vlivu faktorů na druh a míru poškození porostů těžbou tak, aby mohl být vytvořen matematický model a ověřena jeho vypovídací schopnost. Pro vlastní analýzu míry poškození použita výše popsaná upravená McMahonova metoda. Kromě charakteristik škod byly pro jednotlivé porosty zaznamenány i faktory, které mohou ovlivnit míru poškození porostu (celkem 28) a lze je rozdělit do následujících skupin:

- údaje obsažené v lesním hospodářském plánu (LHP)
- údaje zjistitelné z lesní hospodářské evidence
- technické parametry strojů
- konkrétní podmínky porostu.

Vzhledem k použití výsledků je nutné, aby model co nejvíce využíval parametry běžně dostupné pracovníkům lesního provozu a nekladl zbytečné požadavky na další doplňková měření.

Při posuzování harvestorových technologií pracovaly ve sledovaných porostech harvestory Ponsse HS 15, Ösa 950, Rottne 5005 a Rottne 2004, dříví vyvážely stroje Timberjack 810, Solid F 9 a Solid F 12. U klasických technologií zajišťovaly přibližování mimo koňských potahů běžně používané UKT, SLKT 81 a malotraktor MT8. Vliv obsluhy byl eliminován tím, že šetření probíhala pouze v porostech, kde prokazatelně vykonávali těžební zásah zpracovaní pracovníci.

Matematický model byl vytvářen pro 4 soubory => 4 technologie s následujícími počty posuzovaných, převážně smrkových porostů:

Motorová pila + kůň	12 porostů
Motorová pila + kůň + traktor	27 porostů
Motorová pila + traktor	24 porostů
Harvestor + vyvážec	28 porostů
Celkem	91 porostů

Prostřednictvím korelační a regresní analýzy jsou nalezené závislosti vyjádřeny regresními rovnicemi, jež by měly determinovat odhad výše poškození při nasazení konkrétní těžební technologie za určitých podmínek. Při konstrukci regresních rovnic je kladen velký důraz i na logický význam každé veličiny v rovnici.

Kategorie poškození	Těžební technologie			
	P + K	P + K + T	P + T	H + V
12Ko	regresní rovnice	regresní rovnice	regresní rovnice	min - max
12Km	regresní rovnice	regresní rovnice	regresní rovnice	regresní rovnice
13Ko	min - max	regresní rovnice	regresní rovnice	regresní rovnice
13Km	regresní rovnice	min - max	regresní rovnice	regresní rovnice
14	regresní rovnice	regresní rovnice	regresní rovnice	regresní rovnice
14D	min - max	regresní rovnice	min - max	min - max
N	min - max	regresní rovnice	regresní rovnice	regresní rovnice

Tab. 9.7. Tabulka regresních rovnic matematického modelu

Příklad regresní rovnice pro úroveň poškození dle Kategorie 14 – nepoškozené stromy:

$$14 = 171,6 - 12,03 * \ln(Vt_{ha}) - 20,8 * \dot{S}h$$

Matematický model poškození stromů v porostu je rozdělen pro čtyři základní technologie, přičemž regresní rovnice byly nalezeny pro většinu kategorií poškození. Tab. 9.7. znázorňuje, pro které kategorie poškození byly nalezeny regresní rovnice a kde bylo použito rozpětí minimální a maximální hodnoty (min - max).

Procento nepoškozených stromů bez doteku je ovlivněno výší těžby. Šířka harvestoru je veličinou vypovídající o celkové velikosti stroje, dosahu hydraulického jeřábu a určení stroje pro těžby s určitým rozpětím objemu těžných stromů. Například harvestor Rottne 5005 se šířkou 2,7 m a dosahem hydraulického jeřábu 10 m, na kterém je umístěna kácecí hlavice s úřezem 55 cm, je v porovnání s R 2004 určen pro probírkové zásahy ve starších porostech s nižším zavětvením, kde mají stromy větší kořenové náběhy, výše těžby a objem těžných stromů je rovněž vyšší. Objemnější stromy pak působí při pádu a zpracování větší poškození stojících stromů. Jsou-li nasazeny oba harvestory ve stejném porostu, bude větší a širší stroj pojíždět blíže u kmenů a způsobí tak větší poškození kořenového systému. Logicky je významnější šířka vyvážecí než šířka harvestoru. Protože však u posuzovaných strojových sestav měly všechny vyvážecí téměř shodnou šířku a v důsledku chybějící variability nelze korelační a regresní analýzou prokázat její význam.

Z vytvořeného modelu je patrné, že výše poškození neovlivňuje pouze zručnost a disciplína pracovníků realizujících výchovný zásah, ale i další faktory. Mezi ovlivnitelné faktory patří technologický postup zvolený lesním hospodářem (výběr těžební technologie, rozestup přibližovacích linek, částečně i intenzita těžební zásahu, volba těžebních strojů či průměrný objem přibližovaných kusů) a podmínky pracoviště, které nejsme schopni ovlivnit (sklon terénu, dřevinná skladba). Právě k těmto okolnostem by mělo být přihlíženo při hodnocení kvality provedené práce. Na základě získaných výsledků výzkumného šetření lze považovat uváděnou míru poškození stojících stromů v rozsahu 2-4 % u harvestorových technologií za dosažitelnou zejména v mladých porostech. Ve starších porostech a při nasazení větších těžebních strojů lze očekávat poškození vyšší.

10. METODIKA POROSTNÍ VÝCHOVY PRO STABILIZACI SMRKOVÝCH POROSTŮ

Smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst.) je nejrozšířenější dřevinou v našich lesích (55 %), a to v širokém spektru stanovištních podmínek od 2. až po 8. lesní vegetační stupeň. Jeho pozice zůstane zachována i v budoucnu. I když zejména v pahorkatinách bude jeho uplatnění podstatně sníženo, celkové zastoupení zřejmě neklesne pod 40 %.

Lze předpokládat, že i nasazování harvestorových technologií lesní těžby bude převládat v rámci porostů této dřeviny a může mít na jejich vývoj významný vliv. Bylo by zásadní chybou, jestliže by se k využívání harvestorových technologií přistupovalo ryze technokraticky, bez respektování biologických a pěstebních zásad. Je proto žádoucí, aby aplikace harvestorových technologií v těžbách (a to zejména výchovných) vycházela ze znalosti aktuálních poznatků pěstebního výzkumu. Komplexně se problematikou výchovy smrkových porostů zabývá Slodičák (2000, 2006).

Mezi nejdůležitější vlastnosti významné z hlediska porostní výchovy patří dobrá růstová reakce na uvolnění v průběhu téměř celé doby obmýtní. Mimo zápoj si udržuje přímý vzrůst a souměrnou korunu. V uměle založených smrkových porostech převládá tzv. pionýrská strategie růstu, tj. tendence k velmi rychlému růstu v mládí s kulminací tloušťkového přírůstu již ve věku 10 - 15 let a výškového přírůstu ve věku 20 - 30 let. V tomto období vyžaduje smrk dostatek růstového prostoru k vytvoření souměrného stabilního kmene a mohutného kořenového systému. Ke splnění tohoto cíle je potřebná co největší hmota asimilačních orgánů - vyvinutá koruna. Po odeznění "přírůstové vlny", v našich poměrech ve věku 30 - 40 let, je potřebné naopak korunu zkrátit zejména s ohledem na překročení již zmíněné kritické výšky 15 - 20 m, kdy se objevují škody větrem. Velká, zejména dlouhá koruna sice snižuje těžiště, ale znamená současně větší záchytnou plochu pro vítr. Snížením intenzity výchovy, popř. jejím vynecháním v druhé polovině doby obmýtní, se docílí hustého zápoje, a tím i přirozeného zkrácení korun. Navíc se vytvoří i systém vzájemné podpory jedinců.

Cílem výchovy smrkových porostů a porostů s převahou smrku je především:

- zvýšení kvality a bezpečnosti produkce (odolnost vůči námraze a škodám sněhem a větrem),
- vytvoření mikroklimatu příznivého pro plynulou dekompozici opadu (především zlepšení půdních podmínek a koloběhu živin),
- snížení intercepce a zlepšení vláhových poměrů v rhizosféře,
- úprava druhové skladby a porostní struktury.

V imisních podmínkách je cíl rozšířen o:

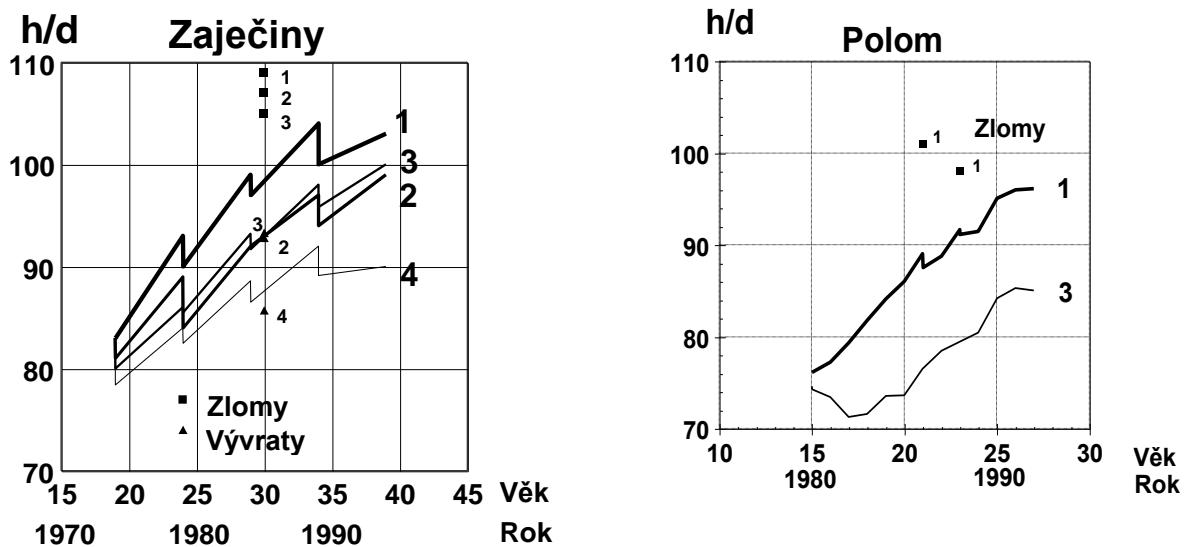
- prodloužení životnosti stromů hlavního porostu, a tím i životnosti celých porostů,
- snížení kyselých podkorunových depozic z přetrvávající imisní zátěže.

V pěstební praxi jsou však často první výchovné zásahy vynechávány nebo provedeny nedostatečně intenzivně. Každý rok zpoždění znamená v období kulminace tloušťkového přírůstu i v nejvyšších horských polohách zesílení paty kmene o ca 1,5 - 2 cm. Opožděné zásahy se proto stávají velmi pracnými, značně se prodražují a často při nich vzniká nutnost vyklízení obtížně prodejného dřeva a zvyšuje se nebezpečí poškození okolních kmenů a kořenových náběhů s následnou infekcí dřevokaznými houbami.

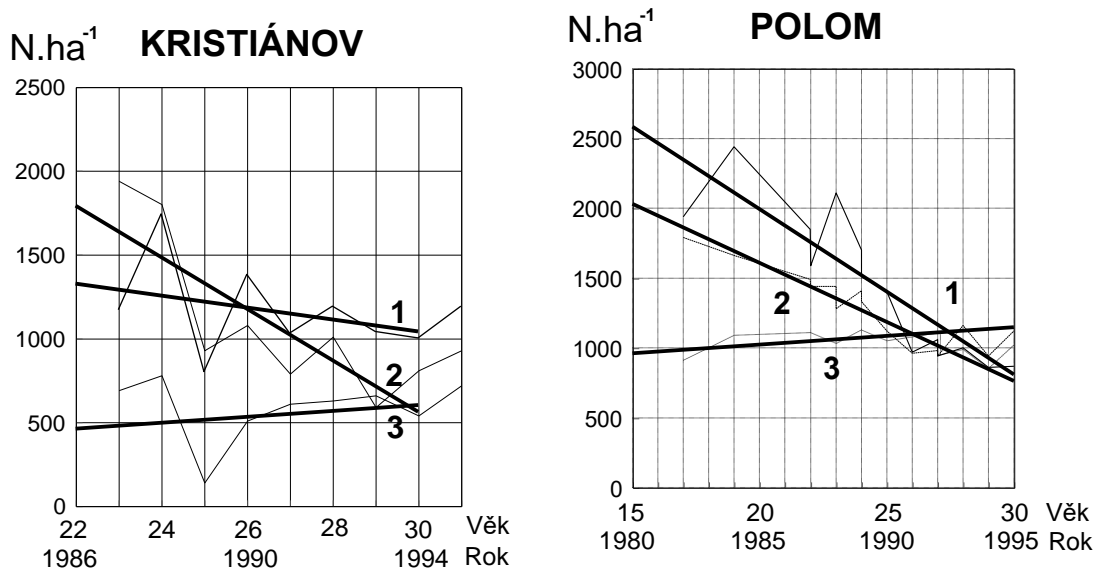
S regulérní výchovou se tedy v praxi většinou započne až v době, kdy lze z porostů vytěžit prodejné sortimenty a obvykle se přitom uplatní pravidlo silných zásahů. Tím se zbaví porost složený z labilních jedinců posledního prvku vnitřní ochrany - vzájemného krytí zápojem - a stává se velmi citlivým k poškození především větrem.

Sadbou či sítí založené stejnověké smrkové porosty jsou vysoce umělou strukturou, která nemůže existovat bez náležitě pěstební péče. Principy výchovy takovýchto porostů spočívají především v umožnění jejich vývoje ve volném zápoji z mládí. K docílení tohoto stavu lze použít různé prostředky - nižší počty sazenic při výsadbě, časné a často se opakující slabší zásahy nebo velmi silné zásahy v době zapojování porostu, které smrk dobře snáší bez újmy na budoucí kvalitě i kvantitě produkce. Nižší hustota smrkových porostů v počátečních fázích však není nutná v oblastech, kde nehrozí škody abiotickými činiteli ani imisemi.

Na většině stanovišť, kde má smrk své optimum (5. - 8. lvs) je však nutno počítat s určitým stupněm ohrožení. Vliv výchovy na statickou stabilitu porostu je zřejmý z obr. 93. Výchovnými zásahy v porostech experimentálních řad Zaječiny a Polom v Orlických horách bylo zpomalení zvyšování štíhlostního koeficientu středního kmene, a tím bylo sníženo nebezpečí sněhových polomů. Na obou výzkumných sériích je patrné zpomalení růstu štíhlostního koeficientu středního kmene ve věku 25 až 30 let, které bylo zaznamenáno i na předrůstavých dominantních stromech. Štíhlostní koeficient v porostech ponechaných záměrně bez výchovy jako kontrolní plochy byl v obou případech nejvyšší, což korespondovalo s nejvyšším podílem nahodilé těžby v této fázi vývoje, způsobované hlavně sněhem.



Obr. 10.1. Vývoj štíhlostního koeficientu středního kmene ve smrkových porostech s různým režimem výchovy na experimentálních řadách Zaječiny a Polom v Orlických horách (1 - kontrolní plochy bez výchovy, 2, 3, 4 - vzrůstající intenzita výchovy podúrovňovými zásahy s negativním výběrem)



Obr. 10.2. Vývoj počtu zdravých stromů s olistěním 90 - 100 % v porostech s různým režimem výchovy na experimentálních sériích Polom v Orlických horách a Kristiánov v Jizerských horách (pásmo ohrožení imisemi B, 1 - kontrolní plochy bez výchovy, 2 - plochy s doposud používaným běžným způsobem výchovy, 3 - nově doporučené varianty s velmi silným zásahem v době zapojování korun)

Podobně pozitivní vliv silných výchovných zásahů na zdravotní stav smrkových porostů pod vlivem imisí lze doložit dvěma experimenty v Orlických a Jizerských horách v pásmu ohrožení imisemi B (obr. 10.1. a 10.2.). V obou případech došlo ke stabilizaci až mírnému

zvýšení počtu zdravých stromů na plochách s výchovou oproti plochám kontrolním bez výchovy, kde se po celou dobu sledování počet zdravých stromů snižoval

10.1. Modely výchovy ohrožovaných smrkových porostů

Abiotickými činiteli nejvíce ohroženou dřevinou je smrk, pěstovaný převážně v nesmíšených stejnověkových monokulturách. Porostní plocha takových porostů dosahuje ca 1,3 mil. ha, tj. asi 56 % výměry lesů v ČR. Smrk v současnosti roste na široké škále stanovišť a jeho ohrožení škodlivými abiotickými činiteli závisí jednak na obsahu a dostupnosti živin a vody v půdě a jednak na nadmořské výšce.

Bohatost stanoviště na živiny a vodu ovlivňuje růst porostů, zejména pak poměr nadzemní a podzemní části. Vyšší obsah vody v půdě navíc negativně ovlivňuje kořenový systém smrku a následně i ukotvení stromu v půdě. S rostoucí nadmořskou výškou se zvyšuje množství srážek (zejména pak jejich výskyt ve formě mokrého sněhu v 5. a 6. lvs nebo námrazy v 7. a 8. lvs) a zvyšuje se také rychlost větru (roste zejména frekvence nárazů silného větru).

Nově navržené modely respektují pozitivní posun ve vývoji zdravotního stavu lesů na většině území ČR ve srovnání s obdobím konce 80. let. Do úvahy byly vzaty rovněž růstové trendy zaznamenané ve smrkových, ale i v borových porostech v posledních ca 20 letech (zvyšování přírůstu tloušťkového i výškového zejména v mladých porostech).

Model porostní výchovy lze charakterizovat jako ucelený výchovný program, jako soustavu instrukcí pro uskutečnění výchovných sečí od prvního výchovného zásahu až do ukončení výchovy. Každý model výchovy obsahuje celkový počet zásahů, určuje začátek výchovy, intenzitu zásahů, způsob výběru a délku pěstebního intervalu. Modely porostní výchovy jsou vypracovány pro všechny hlavní hospodářské dřeviny. Dále jsou diferencovány podle edafických kategorií, s ohledem na ohroženost porostů a výchovné cíle.

Předpokladem kvalitního provedení výchovných zásahů je **včasně řádné rozčlenění porostů** na pracovní pole. Účelem rozčlenění je zpřístupnit porosty a vytvořit podmínky pro kvalifikovaný výběr a pro následnou kontrolu. Navržené výchovné programy pro jednotlivé dřeviny se řídí horní porostní výškou (h_0), která je definována jako výška 100 nejsilnějších stromů na 1 hektaru plochy porostu. Díky tomu není nutná další diferenciací výchovných programů podle bonity stanoviště, protože na bohatších stanovištích je určené h_0 dosaženo dříve (zásah je tak proveden v nižším věku) a na chudších později (zásah je proveden v pozdějším věku). Horní porostní výšku lze v praxi určit jako aritmetický průměr 10 nejvyšších stromů v porostu v okruhu ca 15 m. Orientační přepočtení horní porostní výšky na věk porostu na základě dat z růstových tabulek (ČERNÝ ET AL. 1996) a výzkumných ploch VŮLHM, v.v.i., VS Opočno (zejména pro výšky 5 a 10 m) je uveden v tab. 10.1.

SMRK		Bonita										
		+1 (36)	1 (34)	2 (32)	3 (30)	4 (28)	5 (26)	6 (24)	7 (22)	8 (20)	9 (18)	9- (16)
Horní porostní výška h_0 (m)	5	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	20
	10	14	16	17	20	23	25	28	31	33	37	40
	15	21	23	26	29	32	36	40	44	48	54	60
	20	30	32	36	40	44	49	54	60	69	85	*
	25	40	44	48	54	60	68	78	100	*	*	*
	30	55	60	67	76	90	120	*	*	*	*	*

Tab. 10.1. Orientační přepočtení horní porostní výšky (h_0) na věk porostu na základě dat z růstových tabulek (ČERNÝ ET AL. 1996) a výzkumných ploch VŮLHM, v.v.i., VS Opočno (zejména pro výšky 5 a 10 m)

Navrhované modely výchovy smrkových porostů ohrožovaných abiotickými činiteli jsou diferencovány podle hospodářských souborů (HS), které jsou jednotkami rámcového plánování hospodářských opatření, vymezenými příbuznými přírodními podmínkami i porostními poměry a mají shodné funkční zaměření lesa.

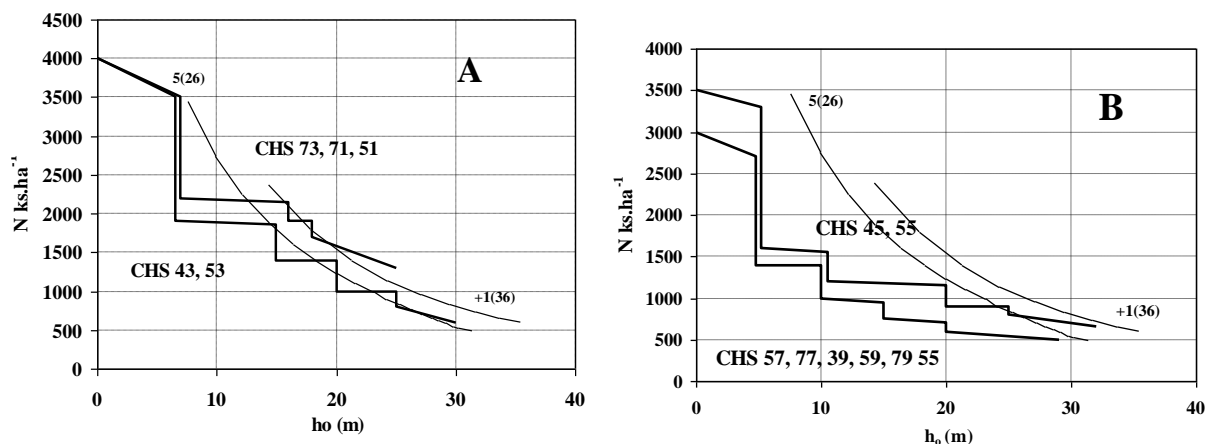
Nejdůležitější změnou oproti dosavadním návrhům je intenzivnější první zásah do mlazin (v porostech na nejvíce ohrožených stanovištích se doporučuje snížení až na 1500 stromů na 1 ha v době zapojování mlazin, tj. ve věku přibližně 15 let). Kladný vliv takových zásahů zejména na zvýšení statické stability smrčín byl opakovaně experimentálně ověřen v různých podmínkách ČR a lze je proto doporučit pro širší použití v praxi a to nejenom v nejvíce ohrožovaných porostech, ale také v porostech méně ohrožených, kde se předpokládá nižší intenzita pěstebních zásahů (např. technologicky nepříznivé terény, atd.).

Druhou významnou změnou je snížení intenzity výchovy ve druhé polovině doby obměny v nejvíce ohrožených lokalitách (oglejená a podmáčená stanoviště). Cílem tohoto opatření je využití efektu vzájemného krytí ve vztahu ke škodám větrem a snížení nebezpečí poškození mělkých kořenových systémů pojezdem mechanizačních prostředků po porostu s následnou infekcí dřevokaznými houbami.

Navrhované výchovné programy pro smrkové porosty a porosty s převahou smrku jsou diferencovány podle ohrožení abiotickými škodlivými činiteli a podle cílových hospodářských souborů (CHS).

10.2. Porosty méně ohrožené abiotickými škodlivými činiteli

Jedná se o porosty na kyselých a exponovaných stanovištích středních a vysokých horských poloh CHS 73, CHS 71 a CHS 51, na kyselých stanovištích středních a vyšších poloh CHS 43, CHS 53 a na exponovaných stanovištích vyšších poloh CHS 51. Modelové programy výchovy (obr. 10.3.) předpokládají vyšší výchozí hustotu při umělé obnově kolem 4 tis. sazenic na 1 ha a silný první výchovný zásah nejpozději při horní porostní výšce (dále h_0) 7 m (ve věku 15 až 20 let) s redukcí na ca 1 900 jedinců v CHS 43, CHS 53 a na 2 200 jedinců v CHS 73, CHS 71 a CHS 51. Tyto první výchovné zásahy jsou podúrovňové s negativním výběrem. Další zásahy (podúrovňové s negativním výběrem, popřípadě kombinované s pozitivním výběrem v úrovni) se v porostech CHS 73, CHS 71 a CHS 51 opakují při h_0 15 a 18 m (přibližně v dvacetiletých pěstebních intervalech), v porostech CHS 43 a CHS 53 se druhý zásah opakuje při dosažení h_0 15 m (po ca deseti letech) a další zásahy při h_0 20 a 25 m v patnáctiletých intervalech.



Obr. 10.3. Návrh modelů výchovy pro smrkové porosty méně ohrožené (A) a ohrožené abiotickými činiteli (B)

Cílem těchto zásahů je vývojem ve volném zápoji v mládí maximálně stabilizovat jednotlivé stromy a v pozdějším věku zesílit získanou individuální stabilitu vzájemnou podporou jedinců v zapojeném porostu. Vzhledem k pomalejšímu růstu a vývoji porostů na chudších kyselých stanovištích však mohou být počty stromů vyšší, čímž se lépe využije produkčního potenciálu stanoviště. Menší ohrožení větrem umožňuje pokračovat ve výchovných zásazích i ve druhé polovině doby obměny s širším využitím pozitivního výběru v úrovni.

Velmi silné zásahy v mladém věku neohroží produkční základnu porostů vzhledem k tomu, že i modelem pro CHS 43 a CHS 53 navrhované odstranění ca 46 % N negativním výběrem v podúrovni reprezentuje pouze ca 30 % výčetní kruhové základny G (obr. 10.3.).

10.3. Porosty ohrožené abiotickými škodlivými činiteli

Jedná se o porosty na bohatých živných stanovištích CHS 45 a CHS 55, na stanovištích oglejených CHS 57 (případně CHS 77) a na stanovištích podmáčených CHS 39, CHS 59, CHS 79. Pro tuto skupinu jsou navrženy dva modelové programy výchovy (obr. 10.3.B).

Ve smrkových porostech na živných stanovištích CHS 45 a 55 s výchozí hustotou 3 - 4 tis. sazenic na 1 ha se doporučuje zahájit výchovu nejpozději při h_0 5 m (tj. ve věku 15 - 17 let) selektivním podúrovňovým zásahem, po němž by mělo v porostu zůstat asi 1 600 nejkvalitnějších jedinců v rovnoměrných rozestupech. Při vyšší výchozí hustotě lze první výchovný zásah provést schematicky (mimo imisní oblasti), popřípadě jej kombinovat s výběrem individuálním. Při tomto zásahu se provede rozčlenění porostů podle zásad specifikovaných výše. Při všech zásazích se podporuje příměs listnatých dřevin, zejména buku.

Další výchovné zásahy při h_0 10, 20 a 25 m jsou již slabší s klesající intenzitou zásahu a prodlužující se pěstební periodou (ca 7, 10, 15 a 20 let). Od druhého výchovného zásahu lze negativní výběr v podúrovni kombinovat s pozitivním výběrem v úrovni, při kterém se vybere a vyznačí 300 - 400 kvalitních cílových stromů zpravidla předrůstavých a úrovnových v pravidelných rozestupech a uvolní se od konkurujících jedinců. Cílové stromy je vhodné vyvětvit do výšky 4 - 5 m oklestem suchých větví. Ve smrkových porostech vychovávaných podle tohoto modelu je vytvořen dostatečný prostor pro vývoj korun a kořenových systémů v mladém věku a pro vytvoření spádného kmene odolného proti zlomení sněhem, který je hlavním škodlivým činitelem v těchto porostech v první polovině doby obmýtní. Cílem nižší intenzity výchovy ve druhé polovině doby obmýtní je udržení plného zápoje a kombinace vnitřního a vnějšího zpevnění porostu jako ochrany proti škodám větrem, který na těchto bohatých stanovištích snižuje hospodářskou jistotu.

Uvedený model respektuje rovněž požadavky produkce dřeva. Případné produkční ztráty po prvním velmi silném zásahu se rychle vyrovnávají zvýšeným přírůstem ponechaných jedinců a kvalita produkce je zajišťována jednak výběrem cílových stromů a jejich vyvětvěním a jednak vývojem v plném zápoji ve druhé polovině doby obmýtní, kdy se doporučuje již pouze jeden slabší podúrovňový zásah při h_0 25 m (ve věku asi 70 let). Zakmenění by nemělo klesat pod úroveň vymezenou výčetní základnou hlavního porostu (s výjimkou 1. zásahu ve fázi mlazin).

Smrkové porosty na oglejených stanovištích CHS 57 a CHS 77 a na stanovištích podmáčených CHS 39, CHS 59 a CHS 79 patří mezi nejvíce ohrožené, zejména větrem. Výchova porostů, založených hustotou kolem 3 tis. sazenic na 1 ha, se zahajuje nejpozději při h_0 5 m (ve věku 12 - 15 let). Podúrovňovým zásahem s negativním výběrem se počet jedinců sníží na ca 1 300 na 1 ha. Další dva podúrovňové výchovné zásahy následují při h_0 10 a 15 m (při pěstební periodě ca 15 a 20 let). Třetí zásah lze v nejvíce ohrožených lokalitách vypustit, případně provést jako sanitární seč. Cílem tohoto modelu výchovy je, podobně jako v předchozím případě, dosáhnout maximálního zápoje ve druhé polovině doby obmýtní a minimalizovat intenzitu pojezdu mechanizačních prostředků v nepříznivých terénech uvedených CHS. Ve druhé polovině doby obmýtní, kdy je porušení zápoje nejvíce rizikové, se zásahy omezují pouze na nahodilou těžbu.

10.4. Smrkové porosty s opožděnou výchovou

Smrkové porosty, ve kterých se neuskutečnily intenzivní výchovné zásahy ve fázi zapojování korun, nejpozději do h_0 10 m (zpravidla ve věku do 20 let), popř. byla intenzita zásahu nedostatečná a počet ponechaných stromů převyšuje o 20 % a více modelovou hustotu, již nelze vychovávat podle doporučovaných modelových programů. V takových pěstebně zanedbaných porostech se již zkracují koruny stromů a probíhá výrazná výšková i tloušťková diferenciaci, provázená poklesem tloušťkového přírůstu všech stromů, zejména však stromů podúrovňových a následně zhoršování jejich statické stability (zvyšování štihlostního koeficientu).

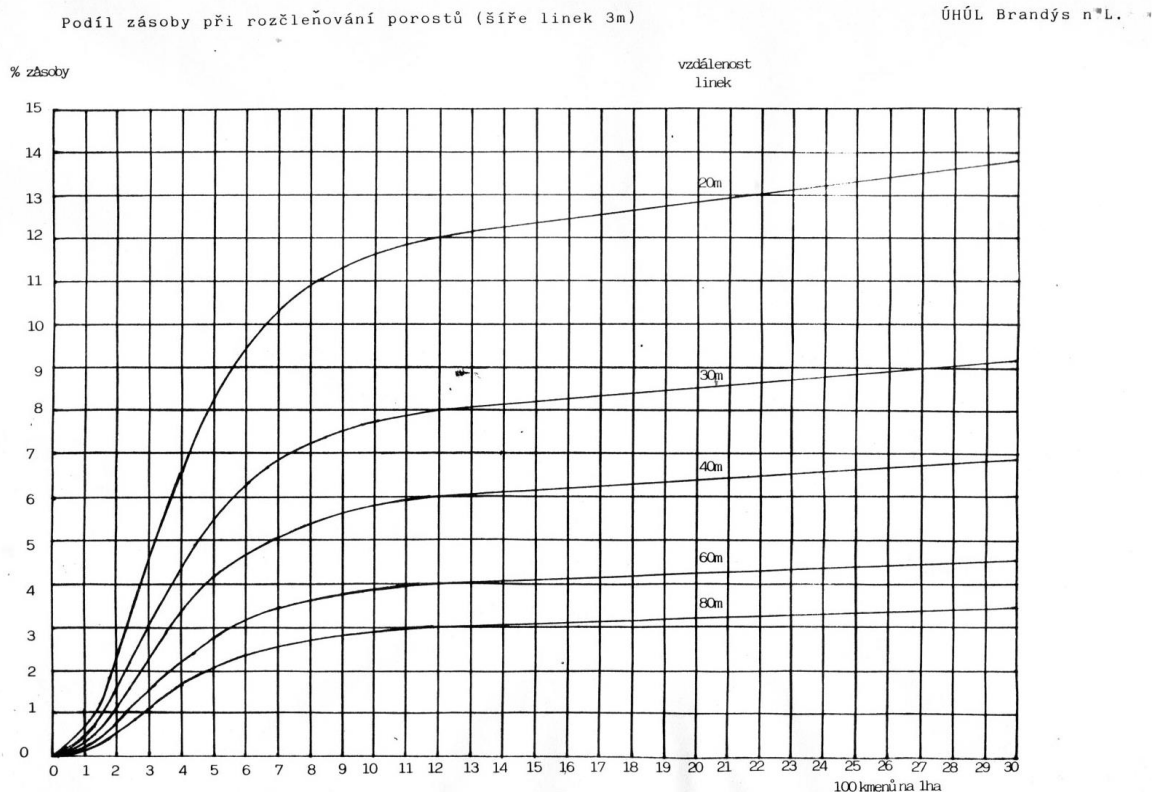
Na stanovištích ohrožovaných abiotickými škodlivými činiteli se v pěstebně zanedbaných porostech objevují škody sněhem, které se nejčastěji opakují ve 2 - 3letých intervalech a postupně eliminují nejlabilnější podúrovňovou složku, popř. i méně stabilní stromy úrovnové. V klimaticky extrémních situacích (velké množství vlhkého sněhu) mohou škody dosáhnout kalamitních rozměrů.

Výchova pěstebně zanedbaných smrkových porostů ohrožovaných abiotickými škodlivými činiteli se proto zaměřuje na postupné odstraňování labilní podúrovňové složky. Intenzita zásahu by neměla překročit 10 % výčetní základny G sdruženého porostu. Intenzivnější zásahy vedoucí k rozvolnění zápoje významně zvyšují riziko poškození větrem. Pěstební perioda je zpočátku pětiletá a později, když se hustota porostu přiblíží modelové, lze přejít na periodu desetiletou a řídit se dosaženou horní porostní výškou.

Statickou stabilitu pěstebně zanedbaných porostů již nebude možné plně obnovit. Cílem výchovy zůstává proto včasné odstranění labilních jedinců a tím snížení rizika poškození porostu sněhem a případná podpora stabilnějších přimíšených listnatých dřevin, především buku. Ochranou proti škodám větrem může být v pěstebně zanedbaných porostech pouze neporušený zápoj.

Případné vynechání výchovných zásahů ve smrkových porostech způsobuje jejich postupný rozpad. Zpočátku je pomístně prolomen hustý zápoj sněhem a vzniklé mezery jsou postupně rozšiřovány větrem. V podstatě se jedná o nastartování procesů druhotné sukcese, při které se přirozeným způsobem mění nestabilní struktura stejnověkého nesmíšeného lesa ve strukturu stabilnější, tj. nestejnověký smíšený les. Ponechání lesa samovolnému vývoji je však spojeno se značnými hospodářskými ztrátami. Jedná se zejména o snížení množství a kvality produkce, vyšší riziko přemnožení kalamitních škůdců a snížení celkové funkčnosti zanedbaných porostů. Z těchto důvodů je potřebné i v rozpadajících se porostech pečovat o relativně stabilní porostní složky postupným uvolňováním nejkvalitnějších stromů. Vznikající mezery je vhodné podsadit stinnými dřevinami (např. bukem, popř. klenem) tak, aby nově vzniklá porostní struktura co nejlépe odpovídala potřebám nepřetržitého a trvalého plnění všech funkcí lesa.

10.5. Vliv rozčleňování porostů na změnu zásoby porostu



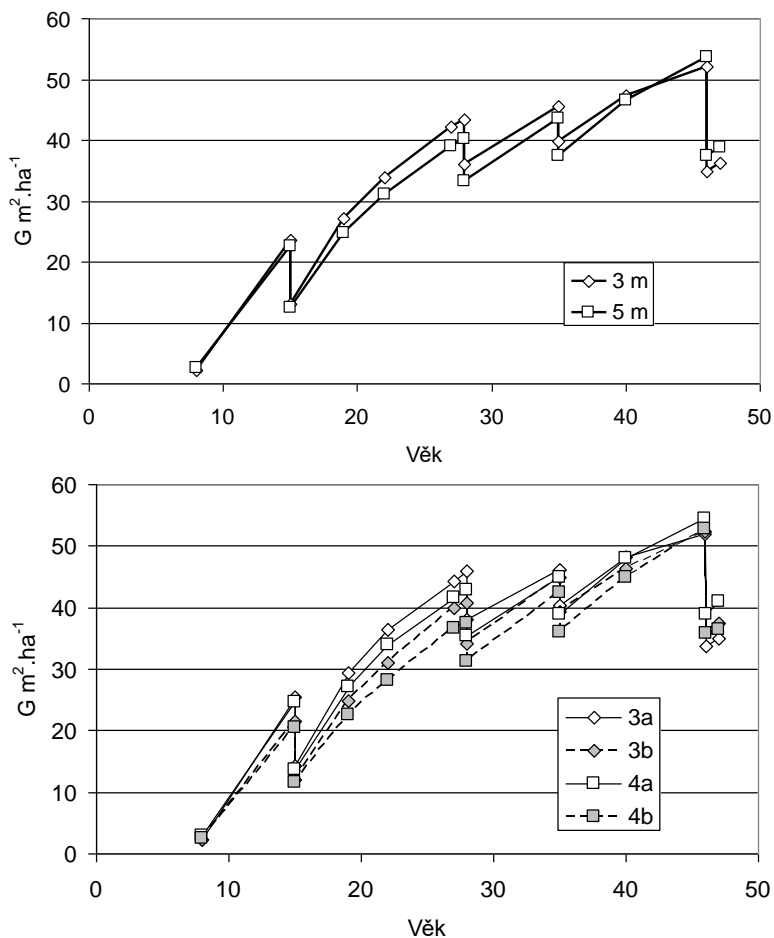
Obr. 10.4. Podíl zásoby připadající na linky při rozčleňování porostů (šíře linek 3 m)

Při rozčleňování porostů pro harvestorové technologie lesní těžby, ale nejen pro ně, vytváříme v lesních porostech systém průseků – linek, po kterých se při těžebním zásahu pohybují těžebně-dopravní stroje. V souvislosti s aktuální hustotou porostu a s předpokládaným rozstupem linek lze pak stanovit procentický podíl odtěžené hmoty při vytváření linek na celkové zásobě porostu. Pro linky široké 3 m lze tento údaj zjistit z obr. 10.4.

Jiná situace nastane, pokud se budoucí přibližovací a vyvážecí linky založí v souladu s novými poznatky již při prvním výchovném, nejlépe již při horní porostní výšce 5 – 7 metrů, zpravidla v porostech mladších 15ti let.

Vhodné rozčlenění porostů je základním předpokladem minimalizace poškození stojících stromů při těžbě a zejména při vyklizování. Šířka linek může dosahovat 5 m. Širší linky umožní snížit rozsah poškození při vyklizení těženého dřeva. **Experimentálně bylo doloženo, že i při této šířce linek nedochází k produkčním ztrátám** (SLODIČÁK ET AL. 2005).

Efekt šířky linek lze doložit na dlouhodobě sledované výzkumné ploše Vítkov CZ 13, která je součástí sítě mezinárodně sledovaných experimentů s výchovou smrkových porostů založených podle jednotné metodiky v roce 1971.



Obr. 10.5. Vývoj výčetní základny G ve věku 8 až 47 let (1971 – 2010).

Horní obrázek: průměrné hodnoty G pro varianty s 3 m a 5 m linkami

Spodní obrázek: hodnoty G pro jednotlivé srovnávací plochy (bílé značky – série a, šedé značky – série b)

Na obr. 10.5. je znázorněn vývoj výčetní kruhové základny G od věku 8 let až po poslední údaje z roku 2010, kdy sledované porosty dosáhly 47 let. Srovnávány jsou varianty se šířkou linek 3 m a varianta se šířkou linek 5 m. Každá varianta byla opakována na dvou srovnávacích plochách. Po prvním zásahu, při kterém bylo provedeno také rozčlenění a vložení linek byl v porostech s 3metrovými linkami sice zaznamenán trend vyššího nárůstu kruhové základny ve srovnání s porosty s 5 metrovými linkami (horní obrázek). Nicméně, již zhruba ve věku 35 let je zaznamenána vyšší kruhová základna na variantě s 5metrovými linkami. Zjištěné rozdíly však byly ve všech případech menší, než rozdíly mezi sériemi (spodní obrázek). Výsledky tohoto dlouhodobě sledované experimentu potvrdily, že ani vložení přibližovacích linek o šířce 5m nezpůsobí produkční ztráty, pokud je rozčleňovací síť linek vložena včas, již při prvních výchovných zásazích, tak jak je navrhováno ve výše uvedených modelech.

11. CHARAKTERISTIKA ODVOZNÍCH SOUPRAV PRO DŘÍVÍ VYROBENÉ TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍMI STROJI

Těžebně-dopravní stroje jsou v ČR takřka výhradně používány v rámci sortimentní těžební metody. To znamená, že dříví jimi vyrobené má délku omezenou na 6 m, jen zcela výjimečně na 8 m. Tato skutečnost výrazně ovlivňuje i základní parametry odvozních souprav, kterými má být toto dříví odvezeno.

Výrobní programy firem vyrábějících nástavby na nákladní automobily či přívěsy pro dopravu dříví obsahují výrobky pro přepravu dlouhých i krátkých sortimentů dřeva. V této oblasti dělíme výrobní program do dvou směrů:

- Nástavby na nákladní automobily včetně montáží hydraulických nakládacích jeřábů pro manipulaci se dřívím.
- Přípojná vozidla pro přepravu dlouhých i krátkých sortimentů dřeva (přívěsy a návěsy), přímo konstruovaná k nákladním automobilům tak, aby byly v maximální možné míře využity užité vlastnosti celé odvozní soupravy.

11.1. Nástavby na nákladní automobily

Nástavby na nákladní automobily pro odvoz dřeva dělíme na čtyři hlavní skupiny:

A. Nástavba pro odvoz dlouhého dříví s výkyvným oplenem a oplenovým přívěsem, zpravidla kompletovaná s hydraulickým nakládacím jeřábem pro manipulaci se dřevem – pro dopravu krátkých sortimentů nevhodná.

B. Nástavba pro odvoz dříví s návěsovou točnicí a hydraulickým nakládacím jeřábem pro manipulaci se dřívím.

C. Klanicová nástavba pro odvoz krátkých sortimentů dříví, např. typ UMIKOV NKD 15 – na zádi nákladního automobilu je namontován hydraulický nakládací jeřáb; mezi kabinou vozidla a hydraulickým nakládacím jeřábem vzniká potom prostor pro uložení krátkých sortimentů dříví; délka ložné plochy je závislá na základních rozměrech podvozku nákladního automobilu; nástavbu lze konstruovat ve dvou variantách, a to s podlahou (v případě, že se počítá se sortimenty kratšími než 2 m) nebo bez podlahy – pouze příčnicí s klanicemi (přeprava sortimentů od 2 m výše); výhodou nástavby bez podlahy je nižší hmotnost nástavby; nákladní automobil je dále vybaven závěsem pro přívěs pro odvoz krátkých sortimentů dříví.

D. Nástavba pro odvoz dříví univerzální, např. typ UMIKOV NODU 15 – lze přepravovat všechny sortimenty; vybavena hydraulickým nakládacím jeřábem namontovaným za kabinou vozidla a podlahou s klanicemi, samotný nákladní automobil může převážet krátké sortimenty od rovného dříví do délky až 6 m; po demontáži klanic a namontování výkyvného oplenu lze v kombinaci s oplenovým přívěsem odvážet i dlouhé dříví; při připojení klanicové plošiny mezi opleny tažného vozidla a přívěsu lze soupravu využívat i k odvozu krátkých sortimentů dříví.



Obr. 11.1. Nástavba bez podlahy pro odvoz krátkých sortimentů dříví



Obr. 11.2. Univerzální nástavba pro odvoz dříví

11.2. Přípojná vozidla pro odvoz dlouhých i krátkých sortimentů dříví (přívěsy a návěsy)

Přívěs je nemotorové přípojné vozidlo, které se v lesnické praxi připojuje zpravidla za nákladní automobil nebo traktor. Na tažné vozidlo se přenáší jen malá část hmotnosti přívěsu. Pro odvoz

surových kmenů se vyrábějí dvounápravové oplenové přívěsy. Pro odvoz sortimentů se vyrábějí nákladní přívěsy se dvěma, třemi nebo čtyřmi nápravami, popř. s jednou tandemovou nápravou. Níže jsou uvedeny příklady nejběžnějších typů přívěsů.

Dvounápravový oplenový přívěs UMIKOV PO 2.18 je určen pro odvoz dlouhého dříví nebo krátkých sortimentů o minimální délce 6 m. Je určen pro spojování do soupravy s tažným vozidlem vybaveným nástavbou, která je určena k odvozu dlouhého dříví. Celková hmotnost na nápravu tohoto přívěsu nesmí přesáhnout 18 t.

Třínápravový přívěs UMIKOV PN 3.24.2 je určen pro odvoz krátkých sortimentů dříví v délkách od 2 do 6 m. Přívěs je určen za nákladní automobil vybavený nástavbou pro odvoz krátkých sortimentů dříví UMIKOV NKD 15 s hydraulickým nakládacím jeřábem namontovaným na zádi vozidla, nebo pro nástavbu nákladního automobilu pro odvoz dřeva univerzální UMIKOV NODU 15 s hydraulickým nakládacím jeřábem namontovaným za kabinou tahače, kdy je však vzhledem k umístění hydraulického nakládacího jeřábu problematictější nakládání přívěsu vzhledem k dosahu hydraulického nakládacího jeřábu.

Oplénový přívěs UMIKOV PO 2.18



Obr. 11.3. Dvounápravový oplénový přívěs



Klanicový přívěs pro odvoz výřezů bez podlahy UMIKOV PN 3.24.2

Obr. 11.4. Třínápravový klanicový přívěs

Návěs je nemotorové přípojné vozidlo, které se připojuje za tahač návěsů vybavený návěsovou točnicí. Na zadní nápravu tahače návěsů se přenáší část hmotnosti návěsu. Pro lesnickou praxi se vyrábí dvou- nebo třínápravové nákladní návěsy. Níže jsou uvedeny příklady nejběžnějších typů návěsů.

Dvounápravový teleskopický a řízený návěs NTR 2.35.2 – nákladní návěs teleskopický s posuvnými klanicemi je určen pro odvoz dlouhého dříví v délkách až 20 m a krátkých sortimentů o minimální délce 2 m. Pro přepravu nákladu je vybaven příčnicí s klanicemi, které jsou posuvně uloženy na podélnicích hlavního rámu. Posouvání klanic po rámu je zajištěno pomocí hydraulického mechanismu, který je ovládán obsluhou hydraulického nakládacího jeřábu přímo ze sedačky tohoto jeřábu. Návěs je určen pro spojování do soupravy s tažným vozidlem - nákladním automobilem - tahačem návěsů vybaveným návěsovou točnicí a hydraulickým nakládacím jeřábem. Návěs je vybaven řízením jak z kabiny řidiče tak ovládáním druhou osobou, která jde vedle návěsu a podle potřeby návěs řídí, tento návěs je určen hlavně pro obtížné podmínky odvozu dříví.



Obr. 11.5. Dvounápravový návěs teleskopický řízený



Obr. 11.6. Třínápravový návěs s posuvnými klanicemi

Třínápravový návěs UMIKOV NPK 39 - návěs s posuvnými klanicemi, je určen pro odvoz dlouhého dříví a krátkých sortimentů dříví o minimální délce 2 m. Pro přepravu nákladu je vybaven příčnicí s klanicemi, které jsou posuvně uloženy na podélnicích hlavního rámu. Posouvání klanic po rámu je zajištěno pomocí hydraulicko-pneumatického mechanismu, který je ovládán obsluhou hydraulického nakládacího jeřábu přímo ze sedačky tohoto jeřábu. Návěs je určen pro spojování do



Obr. 11.7. Teleskopický návěs s posuvnými klanicemi složený (vlevo) a roztážený (vpravo) soupravy s tažným vozidlem - nákladním automobilem - tahačem návěsů vybaveným návěsovou točnicí a hydraulickým nakládacím jeřábem.

Třínápravový návěs UMIKOV NPK 39T – teleskopický - návěs s posuvnými klanicemi je určen pro odvoz dlouhého dříví v délkách až 14 m a krátkých sortimentů dříví o délce od 2m. Pro přepravu nákladu je vybaven příčnicí s klanicemi, které jsou posuvně uloženy na podélnicích hlavního rámu. Návěs je určen pro spojování do soupravy s tažným vozidlem - nákladním automobilem - tahačem návěsů vybaveným návěsovou točnicí a hydraulickým nakládacím jeřábem.

Třínápravový návěsový teleskopický podvalník UMIKOV NP 3.39.2 T – je určen pro převoz těžebně-dopravních lesnických strojů současně s osobním vozidlem obsluhy a zároveň je určen pro odvoz krátkých i dlouhých sortimentů dříví z odvozních míst. Pro přepravu nákladu je vybaven podlahou a příčnicí s klanicemi, které jsou uloženy po obvodu hlavního rámu. Návěs je určen pro spojování do soupravy s tažným vozidlem - nákladním automobilem - tahačem návěsů vybaveným návěsovou točnicí a hydraulickým nakládacím jeřábem.



Obr. 11.8. Návěsový podvalník pro převoz dříví i strojů (vpravo s přepravovaným harvestorem)

11.3 Výrobci nástaveb a přívěsů pro odvoz dříví

Ve světě existuje velké množství výrobců těchto technických prostředků. V tuzemsku se k předním firmám řadí společnost UMIKOV CZ s.r.o., jejíž produkty jsou plně srovnatelné se zahraničními a byly proto v tomto skriptu použity jako názorné příklady vhodných dopravních prostředků. Vyráběná přívěsná vozidla jsou vesměs vybavována systémy EBS značky KNORR, které umožňují cestou informačních center umístěných na vozidlech zobrazování informací o brzdách a pérování vozidla, a hlavně zobrazení okamžitého zatížení vozidla, čímž lze předejít přetěžování vozidel. Vozidla jsou vybavována kvalitními nápravami BPW (SRN). Lesnické nástavby jsou vybavovány příčnicí vlastní konstrukce a výroby. Do příčnicí jsou montovány klanice UMIKOV KV 2550, nebo klanice ostatních výrobců (ExTe, ALUCAR, LAXO, atd.) podle přání zákazníků.

12. FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KVALITATIVNÍ, VÝKONNOSTNÍ A EKONOMICKÉ VÝSLEDKY HARVESTOROVÝCH TECHNOLOGIÍ

Požadavkem i povinností lesního hospodáře při použití techniky k těžbě dříví je zajištění jejího souladu s ekologickými podmínkami, se současným respektováním produkčních a společenských funkcí lesa a příslušných ekonomických aspektů. Soudobé přístupy k těžbě dříví se vyznačují variantností a optimalizací technologií, včetně kombinací klasických a harvestorových technologií.

Harvestorové technologie umožňují provádět manipulaci a druhotování dříví přímo v lese a tím otevírají cestu organizaci dodávek a přepravy dříví z lesa rovnou k odběrateli. Tímto momentem tak končí (není potřebný) prvotní odvoz surového dříví z lesa na manipulační sklad k manipulaci a druhotování, odkud se pak v druhé etapě znovu organizuje a provádí druhotný odvoz dříví (dodávek) k odběrateli, někdy i protisměrně. (Kolektiv, 2009)

Při používání nových technologií se nejedná jen o úspory ekonomické nebo energetické v měrné spotřebě morové nafty na jednotku výroby, ale zásadně mění a posunují výrobní postup při těžební činnosti v lese, který má pak dopady do dalších oblastí národního hospodářství. (Kolektiv, 2012)

Na rozdíl od některých, zvláště severovýchodních zemí, nelze předpokládat, že by v ČR harvestorové technologie zcela nahradily technologie těžby konvenčními prostředky. V roce 2020 dosáhl podíl sortimentní technologie těžby na celkovém množství vytěženého dříví 43 %. Podle Kolektiv (2012) – terénní a přírodní podmínky ČR umožňují do budoucna těmito technologiemi zpracovávat až 80 % těžeb.

Harvestorové technologie mají především své ekonomické i sociálně-ekonomické výhody, ale i některé nevýhody (přímé i nepřímé).

Přímé a nepřímé **ekonomické přínosy harvestorových technologií** se projevují v:

- produktivitě práce,
- druhotování z celé délky stromu,
- přesném elektronickém měření délek, tloušťek a objemu sortimentů (minimalizace diference z rozdílných způsobů měření dříví),
- usnadnění příjmu a evidence dříví,
- okamžitém přehledu o těžebním množství a objemu jednotlivých sortimentů,
- uplatnění počítače v harvestoru - programování a optimalizace výroby sortimentů dle kvality a ceny,
- dostupnosti hotových sortimentů na lokalitě OM - možnosti dodávek dříví z lesa přímo odběrateli, možnosti rychlé reakce na požadavek odběratelů k změně výroby sortimentů,
- transparentnosti cen sortimentů na OM,
- úspoře nákladů při převozu dříví z lesa na manipulační sklady (eliminace násobného překládání dříví),
- úsporách na dílčích operacích těžební činnosti,
- zkrácení doby celého výrobního procesu a snížení rozpracovanosti výroby (snížení vázanosti kapitálu, obrátkovosti zásob i průměrného inkasa pohledávek), atd.

K **sociálně-ekonomickým přínosům** ve smyslu širšího společenského významu pak přistupují:

- ergonomické podmínky a hygiena práce, předcházení nemocem z povolání (vazoneuróza a těžké úrazy při práci s motorovou pilou),
- plynulý dvousměnný provoz při práci,
- použitelnost technologií pro širokou škálu vlastníků a uživatelů lesa,
- úspory energií,
- zvyšování společenské úrovně práce v LH a konkurenceschopnosti (také v relaci s okolními státy),
- náhrada ubývajících dřevorubců.

Hlavní **nevýhody harvestorových technologií** jsou vysoké pořizovací náklady (pořizovací cena, v závislosti na výkonové třídě, se u harvestoru nejčastěji pohybuje mezi 7-9 mil. Kč, u vyvázečního traktoru mezi 5-7 mil. Kč), vysoké požadavky na úlohu lidského činitele (úloha operátorů, dokonalá technologická příprava a organizace činností, nároky na operativní řízení), dostatečné množství dříví

(vč. koncentrace pracovišť). K případným nevýhodám může také patřit terénní podmínky i zastavení prací z důvodu nepřízně počasí. Relativní nevýhodou je také skutečnost, že jsou především určeny ke zpracování jehličnatého dříví. Zvláštní problémy a bariéry v použití harvestorů v ČR spočívají také v někdy přetrvávajícím konzervativním přístupu k technice v lesnictví, i případný převis nabídky prací konvenčními technologiemi.

Ekonomické aspekty harvestorových technologií vychází z porovnávání ekonomické efektivity těžebních technologií, a zahrnují průměrné náklady a ceny pracovních operací v jednotlivých technologiích, vč. průmětu faktorů jejich výkonnosti.

12.1 Ekonomická efektivnost technologií

Porovnávání ekonomické výhodnosti harvestorových technologií předpokládá především použití příslušných kalkulací a respektování efektivnosti v závislosti na výši objemu prací.

12.1.1 Kalkulační třídění nákladů a ceny výkonů

Třídění nákladů **podle výkonů** (tzv. kalkulační třídění nákladů) umožňuje identifikaci a kvantifikaci nákladů (a obvykle i výnosů a zisku) podle jednotlivých položek produkce (výkonů, výrobků, služeb). Z pohledu započitatelnosti se rozlišují dvě základní skupiny - *jednicové* (přímé) náklady, které lze hospodárně zjistit a přiřadit jednotlivým druhům produkce, resp. na *kalkulační jednici* (kalkulační jednicí je určitý výkon, např. výrobek, polotovár, služba, vymezený měřicí jednotkou – množství, objemu, hmotnosti, plochy, času, atd.), a *režijní* (nepřímé) náklady, které jsou společně vynakládány na více druhů produkce, a které je nutné na jednotlivé položky produkce dovést pomocí různých přírážek nebo tzv. *rozpouštěním na jednotku produkce*. Jednicovými náklady obvykle jsou výrobní materiál a výrobní mzdy, režijními náklady je většina ostatních nákladů.

Vlastní **kalkulační třídění nákladů** je obvykle následující:

- přímý materiál (suroviny, pomocné a provozovací látky)
- přímé mzdy (mzdy dělníků, příp. mistrů)
- ostatní přímé náklady (např. přepravné, přímé odpisy)
- zásobovací režie
- výrobní režie technologická (např. spotřeba režijního materiálu a energie, opravy a udržování, režijní odpisy majetku)
- výrobní režie všeobecná
- správní režie
- odbytová režie.

Jednotlivé položky kalkulačních nákladů, jejich úhrny na kalkulační jednici a vlastní postup kalkulace představuje *kalkulace nákladů*. Standardizovaný pohled v tomto smyslu podává tzv. všeobecný **kalkulační vzorec**, zpravidla v členění:

1. *Přímý materiál*
 2. *Přímé mzdy*
 3. *Ostatní přímé náklady*
 4. *Výrobní režie*
- ∑ **Vlastní náklady výroby** (součet položek 1 – 4)
5. *Správní režie*
- ∑ **Vlastní náklady výkonu – VN** (součet položek 1 – 5)
6. *Odbytové náklady*
- ∑ **Úplné vlastní náklady výkonu – ÚVN** (součet položek 1 – 6)
7. *Zisk*
- ∑ **Výrobní cena** (součet položek 1 – 7)
8. *Obchodní a odbytové přírážky a srážky*
- ∑ **Prodejní cena** (součet položek 1 – 8)

Pozn.: vyjma zisku vycházejí všechny položky kalkulačního vzorce ze skutečné úrovně (skutečnosti) vynaložených nákladů, u plánových kalkulací z plánovaných nákladů. Zisk je kalkulovanou položkou - vyjadřuje se nejčastěji procenticky k ÚVN, ve výši, úměrné rozdílu mezi prodejní a tržní cenou produktu. Do kalkulovaného zisku je,

v širším slova smyslu, také nutno zahrnout faktor času – inflaci, vývoj úrokové míry, zdanění, a zdroje pro rozvoj podniku (alespoň tzv. prostou reprodukci). Konkrétní výše kalkulovaného zisku závisí na výši nákladových položek, struktúře produkce, tržních podmínkách, atd.

Náklady těžebních činností dle jednotlivých výkonů prioritně vycházejí z kalkulací nezbytné spotřeby času a hodnoty spotřebovaných výrobních faktorů. Konstrukce nákladově orientované ceny (C_n) v principu vychází ze vztahu

$$C_n = [N\check{c} \cdot (T \cdot PSZ + NP)] + M \quad (1)$$

kde:

$N\check{c}$ = normočas dle výkonových norem

NP = náhrady za prostředek (odpisy)

T = mzdový tarif

M = materiálové náklady.

PSZ = odvody na sociální a zdravotní pojištění

V LH je charakteristickým účelovým (kalkulačním) vyjádřením vztah nákladových druhů ke konkrétním výkonům, na něž byly (budou) vynaloženy – u výkonů těžební a ostatní činnosti například:

Výkon, činnost	Označení t.j.	Množství t.j.	Přímé náklady celkem	Průměrný náklad na t.j.
	x	x	tis. Kč	Kč
Těžba dříví	m ³			
Výkup dříví	m ³			
Přibliž. dříví	m ³			
Manipulace dříví na OM	m ³			
Opravy a údržba svážnic	1 000 Kč			
Odvoz dříví vlastními	m ³			
Odvoz dříví cizími	m ³			
Manipulace dříví na ES	m ³			
Opravy a údržba lesních cest	1 000 Kč			
Odvoz dříví z ES	m ³			
Ostat. výroba těžební činnosti	1 000 Kč			
Výroba štěpek	1 000 Kč			
Odbytová režie těžební činnosti	x			
Tvorba rezerv na opravy lesních cest	x			
Těžební činnost celkem	x	x		x

Vedle věcného členění vystupují nákladové druhy s různou vahou, resp. podílech na celkových vlastních nákladech výroby podle výkonů (činností) či výrobků. V těžební činnosti se přibližně na celkových vlastních nákladech například podílí (Kupčák 2006):

- těžba dříví (15 – 20 %)
- přibližování (25 – 30 %)
- odvoz dříví (20 – 30 %)
- manipulace a expedice dříví (15 – 20 %)
- povýrobní úprava pracovišť a příp. opravy lesních cest (5 %).

Z pohledu výroby dříví se na struktúře nákladů na 1 m³ (při výkupu na pni) podílí:

- nákupní cena dříví (40 - 50 %),
- přímé náklady těžební činnosti (30 – 35 %),
- režijní náklady těžební činnosti (25 – 30 %).

Příkladem dalších specifických kalkulací v LH je přepočet podílu nákladů pěstební činnosti a těžební činnosti na 1 m³ realizovaného dříví, náklady na 1 ha lesa, fázová kalkulace dříví, atd.

Třídění a kalkulace nákladů je rozhodující pro zajišťování hospodárnosti výroby jednotlivých výrobků, výkonů a služeb, neboť zachycuje příčinný vztah mezi náklady a účelem jejich vynakládání - výslednou produkcí (například podle Simanova (2004) těžba a doprava dříví na sebe váže přes 60 % finančních nákladů a asi 30 % odpracované doby, přičemž tržby za dříví představují rozhodující podíl

příjmů – přes 85 % všech tržeb). Zejména však umožňuje kalkulaci výrobní (prodejní) ceny výrobků a služeb a její poměrování s cenou tržní - a je tak základním indikátorem tržní konkurenceschopnosti.

12.1.2 Náklady podle závislosti na objemu a změnách objemu výroby

Podle závislosti na změnách objemu výroby se v zásadě náklady třídí na *variabilní* (proměnné) a *fixní* (stálé).

Variabilní náklady se při růstu objemu výroby zvyšují, a to buď *proporcionálně* (rostou stejně rychle), *nadproporcionálně* (rostou rychleji), nebo *podproporcionálně* (rostou pomaleji). Při poklesu objemu výroby se vyvíjejí analogicky obráceně. K variabilním nákladům patří: spotřeba výrobního materiálu (jednicový materiál), výrobní mzdy (jednicové mzdy), výrobní odpisy, výrobní spotřeba energie, dopravné, provize, subdodávky, technologická výrobní režie, apod.

Fixní náklady zůstávají na stejné úrovni, relativně nezávisle na změně objemu výroby (případně se změni - a to skokem - při změně výrobní kapacity, technologií, atd.). K fixním nákladům patří např. výdaje na vedení podniku, nevýrobní odpisy, financování (např. úrok z úvěru), účetnictví, výpočetní techniku a všeobecnou správu (nájemné, telekomunikační poplatky, apod.).

Součet variabilních a fixních nákladů při určitém objemu výroby tvoří *celkové náklady*.

Vztah nákladů a objemu výroby (produkce) se dá vyjádřit matematicky pomocí **nákladové funkce**. Nejjednodušší formou je *lineární funkce*, zachycující proporcionální růst celkových nákladů (N) ve tvaru

$$N = F + b \cdot q \quad (2)$$

kde:

q = objem výroby v naturálních jednotkách

b = variabilní náklady na 1 jednotku výroby (v peněžních jednotkách)

F = fixní náklady (v peněžních jednotkách).

Z uvedené funkce (2) lze jejím dělením množstvím výroby q odvodit náklady připadající na 1 jednotku objemu výroby. Tyto náklady se nazývají *průměrné (jednotkové) náklady* (n_j), vyjádřené jako

$$n_j = \frac{F}{q} + b \quad (3)$$

z čehož lze odvodit, že s rostoucím objemem výroby jednotkové náklady klesají, neboť fixní náklady se rozpouštějí do většího objemu produkce. Tento jev je nazýván *degrese nákladů* a je jedním z hlavních způsobů zvyšování hospodárnosti.

Nákladové funkce lze použít k řešení rozmanitých rozhodovacích problémů; nejznámější je tzv. analýza bodu zvratu.

12.1.3 Kalkulace cen dříví a tržeb

Ceny dříví odpovídají kalkulaci možných tržeb za vyrobené obchodní sortimenty a objektivně přiznaných nákladů nutných k jejich výrobě. Jsou dle dřevin, resp. skupin dřevin, členěny do matice ceníkových kódů a hmotností. Ceníkové kódy jsou charakterizovány druhem těžby a v jeho rámci příslušným kvalitativním zařazením.

Ceníky dříví zpravidla vylišují druhy těžeb: předmýtní do 40 let věku porostu, předmýtní nad 40 let věku porostu, těžby soustředěné (zpravidla holosečné), těžby podrostní a výběrné, nahodilé a roztroušené těžby, a případně tyto kvalitativní kódy: normální kvalita, souše, hniloba kmene, lapáky, vývraty, zlomy, hniloba + souš, nepravé jádro a zbarvení, vtroušené netvárné listnáče.

Konstrukce nákladově orientované *ceny dříví na pni* (Cd) se vyčísľují podle vztahu

$$Cd = ZP - CN \quad (4)$$

kdy

$$CN = PN + MO \quad (5)$$

kde:

ZP = zpeněžení dříví

PN = přímé náklady na výkony: těžba, přibližování, odvoz, manipulace + expedice, povýrobní úprava

MO = výše obchodní marže, jež zahrnuje: výrobní režie, správní režie, finanční režie, zisk.

Tržby (T) jsou závislé na fyzickém objemu prodeje dříví - výrobků (q), cenách jednotlivých druhů výrobků (p) a sortimentní skladbě prodeje, podle zjednodušeného vztahu

$$T = p \cdot q \quad (6)$$

Celkové tržby ($\sum T$) za určité období (den, měsíc, čtvrtletí, atd.) se vypočítají jako součin množství výrobků a jejich jednotkových cen podle vztahu

$$\sum T = \sum_{i,t} P_{it} \cdot Q_{it} \quad (7)$$

kde:

P_{it} = cena i -tého výrobku (služby) v čase t ,

$i = 1, 2, 3, \dots, n$,

$t = 1, 2, 3, \dots, s$,

Q_{it} = množství i -tého výrobku prodaného v čase t .

Vztah výnosů a objemu výroby (produkce) se dá zjednodušeně vyjádřit pomocí **výnosové funkce**. Nejjednodušší formou je (analogicky jako u vztahu 2) *lineární funkce*, zachycující proporcionalní růst celkových výnosů (V) ve tvaru

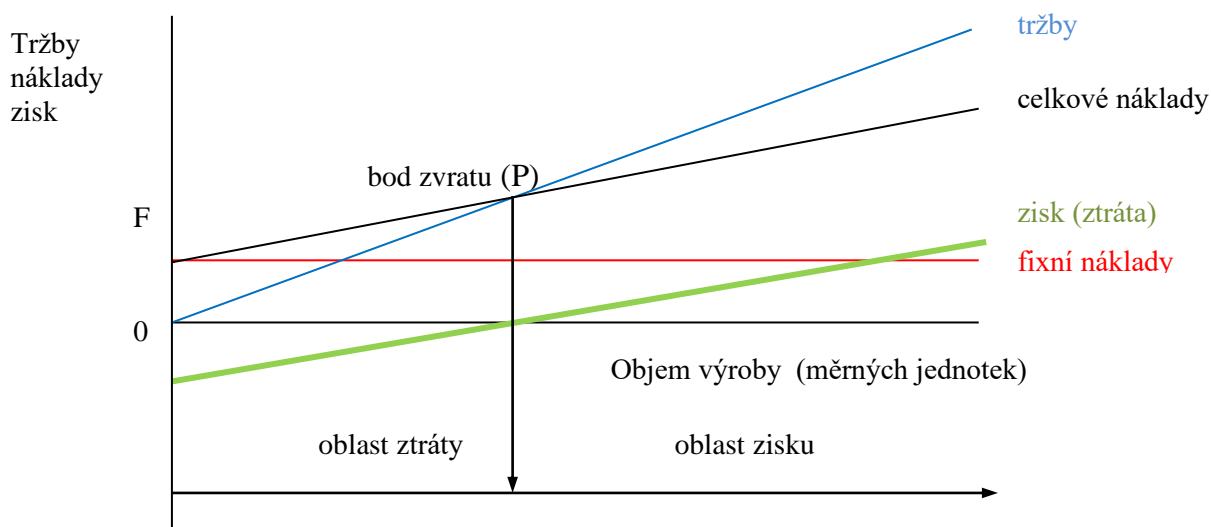
$$V = p \cdot q \quad (8)$$

12.1.4 Analýzy nákladové a výnosové funkce

Zisk (Z^+) obecně roste s růstem výnosů a se snižováním nákladů. Při konstatování, že hlavním zdrojem výnosů jsou tržby lze tuto rovnici, s využitím vztahů 2 a 8, modifikovat do podoby:

$$Z^+ = p \cdot q - (F + b \cdot q) \quad (9)$$

Rovnice 9 (přesněji funkce) je východiskem pro celou řadu ekonomických výpočtů, zejména však pro stanovení minimálního objemu, při němž se celkové náklady rovnají dosaženým výnosům. Příkladem je **analýza bodu zvratu** - vztahy mezi veličinami jsou nejnázorněji patry z obrázku 12.1. Dále jsou známy tzv. úlohy CVP (podle angl. cost - náklady, volume - objem, profit - zisk).



Obr. 12.1. Analýza bodu zvratu

Legenda k obr. 12.1.:

- *přímka tržeb začíná v bodě nula, protože při nulovém objemu prodeje jsou i tržby nulové,*
- *přímka celkových nákladů (dále jen nákladů) začíná v bodě F, tj. v bodě ukazujícím na výši fixních nákladů; nemá-li být výroba ztrátová, musí mít přímka nákladů menší sklon než přímka tržeb,*
- *přímka zisku (ztráty) začíná v záporných hodnotách na ose y, a to ve stejné vzdálenosti od 0 jako přímka celkových nákladů (při nulových tržbách vzniká ztráta ve výši fixních nákladů),*
- *protože přímka tržeb stoupá strměji než přímka nákladů, obě přímky se v určitém bodě protnou (v bodu zvratu),*
- *přímka zisku protíná osu x ve stejné vzdálenosti od 0, jejíž souřadnici odpovídá průsečík přímky tržeb a nákladů.*

Objem výroby, který odpovídá průsečíku přímky tržeb a přímky nákladů, se nazývá **bod zvratu** (též mrtvý bod, bod krytí nákladů, bod zisku, kritický bod rentability). Představuje objem výroby, při kterém se tržby rovnají celkovým nákladům, při kterém tedy činnost není ztrátová, ale ještě nedosahuje zisku.

S použitím rovnice 9 lze její úpravou vyjádřit hledaný minimální objem q (bod zvratu - P) takto:

$$q(P) = \frac{F}{p - b} \quad (10)$$

Hledání minimálního objemu za určitých podmínek je u harvestorových technologií základní kritérium (viz kap. 12.2). Ze vzorce 10 je dále zřejmé, že neznámou může být kterákoli veličina - lze tak vypočítat minimální prodejní cenu, maximální variabilní náklady na 1 výrobek (stanovit nákladový limit pro variabilní náklady), maximální výši fixních nákladů (nákladový limit fixních nákladů), potřebné využití výrobní kapacity, popř. řešit kombinované úlohy.

Rozhodovací úlohy CVP umožňují řešit dopady změny jedné ze základních proměnných (variabilní jednotkové náklady b , cena p , rozsah činnosti q - viz vztah 2 a 6) na ostatní proměnné - v různých kombinacích. Například podle Šatanové (2002):

- jaký bude zisk při plném využití kapacity
- jaký bude zisk při určitém rozsahu činnosti
- jaký bude zisk změní-li se jednotková prodejní cena
- jaký bude zisk zvýší-li se tržby o určitou částku, avšak za cenu doplňkových nákladů (např. za reklamu)
- jaký bude zisk zvýší-li se jednotkové variabilní náklady (např. přímé mzdy) a současně se zvýší rozsah realizace (prodeje), apod.

Rozhodovací úlohy CVP umožňují také predikovat (modelovat) průměty budoucích rozhodnutí vč. hodnocení variant, např. při plánování.

12.2 Průměrné náklady a ceny

Jak bylo uvedeno v kap. 12.1, lze předpokládat, že náklady a návazně ceny pracovních operací se mohou v konkrétních podmínkách výrazně lišit. A to nejen absolutně, nýbrž také v případě použití odlišné metodiky (zejména u rozpouštění režijních výnosů - viz kap. 12.1.1).

Přehled statistických průměrných vlastních nákladů na těžbu a přibližování dříví v ČR, bez bližšího rozlišení technologií, byl převzat z výsledků resortního statického výkazu Les (MZe) 1-01 „Roční výkaz o hospodaření v lesích, které jsou uveřejňovány ve „Zprávách o stavu lesního hospodářství ČR“ za příslušný rok - viz tab. 17.

Hodnoty	pro roky							
	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Těžba dříví	141	161	185	211	258	267	267	202
Přibližování dříví	184	209	196	236	225	248	232	230

Tab. 12.1. Průměrné vlastní náklady na těžbu a přibližování dříví (Kč.m⁻³) Zdroj: MZe ČR

Pro úplnost statistického výkaznictví uvádíme (viz tab. č. 12.2.) i vývoj průměrných cen surového dříví v letech 2000 – 2011. Jedná se o průměrnou cenu dříví na lokalitě P bez DPH, která se stanoví z dosažených realizačních cen (státní statistický výkaz Ceny Les 1-12, resp. od roku 2007 výkaz Ceny Les 1-04) po odečtení průměrných nákladů na těžbu a přibližování (také tzv. vyhlášené průměrné ceny surového dříví pro účely výpočtu poplatku za odnětí lesních pozemků podle přílohy k zákonu č. 289/1996 Sb.)

Příklady podrobných kalkulací provozních nákladů konkrétních typů harvestoru (John Deere 1270) a vyvážecího traktoru (John Deere 1110) jsou uvedeny v tab. 12.5. a 12.6. (Kolektiv, 2006). Pozn.: údaje v algoritmech je nutno aktualizovat podle současné úrovně (např. ceny PHM, sazba daně z příjmu).

Skutečnost roku	Vyhlášení pro rok	Cena v Kč.m ⁻³	Zveřejnění
2000	2001	1 046	Věstník MZe, částka 6, 2000, strana 4
2001	2002	1 021	Věstník MZe, částka 6, 2001, strana 4
2002	2003	891	Věstník MZe, částka 4, 2002, strana 3
2003	2004	814	Věstník MZe, částka 4, 2003, strana 21
2004	2005	775	Věstník MZe, částka 1, 2004, strana 2
2005	2006	822	Věstník MZe, částka 3, 2005, strana 35
2006	2007	919	Věstník MZe, částka 2, 2006, strana 54
2007	2008	926	Věstník MZe, částka 2, 2007, strana 5
2008	2009	693	Věstník MZe, částka 2, 2008, strana 67
2009	2010	535	Věstník MZe, částka 1, 2009, strana 89
2010	2011	761	Věstník MZe, částka 3, 2010, strana 65
2011	2012	983	Věstník MZe, částka 2, 2011, strana 73

Tab. 12.2. Vývoj průměrné ceny surového dřeva Zdroj: MZe ČR

Pro bližší rozlišení, zejména v návaznosti na odstupňování dle hmotnosti, byla empiricky sestavena fázová kalkulace vlastních nákladů u klasických sortimentních technologií (včetně odvozu a manipulace na manipulačním skladu - MES) dle příslušných výkonů – viz tab. 12.3. Znovu upozorňujeme, že se jedná jen o průměrné hodnoty, jež se mohou v konkrétních podmínkách lišit až o 20 - 30 % na obě strany.

Hmotnost těženého porostu (m ³)	těžba	přibližování	odvoz na MES	manipulace na MES	Celkem
do 0,19	140	196	119	120	575
do 0,29	100	141	111	101	453
do 0,49	93	127	99	95	414
do 0,69	81	110	95	81	367
do 0,99	75	103	90	72	340
nad 1,00	70	98	87	64	319

Tab. 12.3. Průměrné vlastní náklady při klasických sortimentních technologiích (Kč.m⁻³)

Pro interpretaci ekonomiky harvestorových technologií a posouzení její konkurenceschopnosti uvádí tab. 12.4. nabídkovou cenu prací na lokalitě OM na příkladu použití harvestoru ROTTNE 2004 v kombinaci s vyvážecím traktorem SOLID F 9.

Hmotnost těženého porostu (m ³)	Přibližovací vzdálenost (m)			
	- 200	201 – 400	401 – 700	701 - 1000
- 0,09	520 - 550	540 - 570	560 - 590	580 - 610
0,10 – 0,14	500 - 530	515 - 545	530 - 560	540 - 570
0,15 – 0,19	435 - 465	450 - 480	465 - 495	480 - 510
0,20 – 0,29	375 - 405	395 - 425	415 - 445	445 - 475
+ 0,30	345 - 375	365 - 395	405 - 435	435 - 465

Tab. 12.4. Nabídková cena harvestorových prací na lokalitě OM (Kč.m⁻³)

Kalkulace provozu harvestorové technologie											
Typ stroje		harvestor JD 1270D		Nákupní cena		10 500 000,00 Kč				Merimex s.r.o. Měděnecká 514 CZ-431 86 Kovářská Tel: +420 374 732 611 Fax: +420 374 732 612 info@merimex.cz	
Počet operátorů		2		Náhrady - cestovné soukr.automobilem		0		Spotřeba PHM/hod		11 l	
Provozní hodiny		12 den		Počet km		7		Odvody na zaměstnance		35%	
Provozní dny		25 měsíc		Průměrná spotřeba		3,3		Sazba Daňe z příjmů		31%	
Provozní měsíce		12 rok		Náhrada za 1 km v Kč		28		Odpis 1.rok		8,50%	
Koefficient využití		0,8		cena za PHM		153		Odpis 2.-6.rok		18,30%	
Počet mth/rok		2880		stravné		153		Odpisová doba		6 let	
Výkon stroje											
průměrná těžená hmotnost		0,1		0,2		0,3		0,4		0,5	
počet ks/hod.		43		35		26		22		18	
výkon za měsíc v m ³		1032,0		1680,0		1872,0		2112,0		2160,0	
Celkový počet m ³ za rok		12384,0		20160,0		22464,0		25344,0		25920,0	
Výběr z náletu cca. 15% snížení výkonu		10526,4		17136,0		19094,4		21542,4		22032,0	
Holoseč cca. 25% navýšení výkonu		15480,0		25200,0		28080,0		31680,0		32400,0	
Hrubá mzda operátora		20 000,00 Kč		Mzda operátora včetně odvodů		27 000,00 Kč		Ostatní náhrady - stravné		7 650,00 Kč	
Ostatní náhrady - cestovné		-		Ostatní náhrady - cestovné		-		Mzdové náklady celkem		61 650,00 Kč	
Celkové mzdové náklady na 1 m ³		59,74 Kč		36,70 Kč		32,93 Kč		29,19 Kč		28,54 Kč	
26,76 Kč		22,94 Kč		21,41 Kč		19,03 Kč		18,35 Kč			
Odpisy											
Rovnoměrné odpisování - 1.rok		celkem 892 500,00		72,07		44,27		39,73		35,22	
Reinvestiční odpočet u nových strojů 1.majitel		0%		0,00		0,00		0,00		0,00	
Daňové náklady v 1.roce používání na 1m ³		72,07 Kč		44,27 Kč		39,73 Kč		35,22 Kč		34,43 Kč	
Rovnoměrné odpisování - 2.-6.rok		1 921 500,00		155,16		95,31		85,54		75,82	
Daňové náklady v 2.-6.roce používání na 1m ³		155,16 Kč		95,31 Kč		85,54 Kč		75,82 Kč		74,13 Kč	
69,50 Kč		59,57 Kč		55,60 Kč		49,42 Kč		47,66 Kč			
Provozní náklady na m ³											
Režie		0%		PHM		24,00 Kč		Motorový olej		84,00 Kč	
Řetěz		600,00 Kč		Řezací lišta		1 450,00 Kč		Olej mazání řetězu		34,00 Kč	
Hydraulický olej		120,00 Kč		60		7 200,00 Kč		Filtry		8 000,00 Kč	
Mazací tuk		100,00 Kč		5		500,00 Kč		Ochrana stromů		200,00 Kč	
Náhradní díly		29 166,67 Kč		1		29 166,67 Kč		Servis odborný		350,00 Kč	
Ostatní zabezpečení		6 000,00 Kč		1		6 000,00 Kč		Přeprava strojů		15 000,00 Kč	
Pojištění		15 000,00 Kč		1		15 000,00 Kč		Celkem		86 516,67 Kč	
Spotřeba PHM celkem dle mth v Kč		63 360,00 Kč		63 360,00 Kč		63 360,00 Kč		63 360,00 Kč		63 360,00 Kč	
Spotřeba motorového oleje celkem dle mth v Kč		2 016,00 Kč		2 016,00 Kč		2 016,00 Kč		2 016,00 Kč		2 016,00 Kč	
Spotřeba oleje na mazání řetězu celkem dle m ³		1 754,40 Kč		2 856,00 Kč		3 182,40 Kč		3 590,40 Kč		3 672,00 Kč	
Spotřeba řetězů a listů		9 442,80 Kč		15 372,00 Kč		17 128,80 Kč		19 324,80 Kč		19 764,00 Kč	
Provozní náklady celkem za m ³		158,03 Kč		101,26 Kč		91,99 Kč		82,77 Kč		81,17 Kč	
76,43 Kč		67,01 Kč		63,24 Kč		57,38 Kč		55,71 Kč			
Celkové náklady na m ³											
Celkové náklady v 1.roce používání mzdové náklady + odpisy + ostatní náklady + režie		289,84 Kč		182,23 Kč		164,65 Kč		147,17 Kč		144,15 Kč	
celková cena za 1 m ³		340,99 Kč		214,39 Kč		193,71 Kč		173,15 Kč		169,58 Kč	
celková cena za 1 m ³ výběr z náletu		231,87 Kč		145,78 Kč		131,72 Kč		117,74 Kč		115,32 Kč	
celková cena za 1 m ³ holoseč		231,87 Kč		145,78 Kč		131,72 Kč		117,74 Kč		115,32 Kč	
Celkové náklady v 2.-6.roce používání mzdové náklady + odpisy + ostatní náklady + režie		372,93 Kč		232,27 Kč		210,46 Kč		187,78 Kč		183,84 Kč	
celková cena za 1 m ³		438,74 Kč		274,44 Kč		247,60 Kč		220,91 Kč		216,29 Kč	
celková cena za 1 m ³ výběr z náletu		298,34 Kč		186,62 Kč		168,37 Kč		150,22 Kč		147,08 Kč	
celková cena za 1 m ³ holoseč		298,34 Kč		186,62 Kč		168,37 Kč		150,22 Kč		147,08 Kč	

Tab. 12.5. Kalkulace provozních nákladů harvestoru John Deere 1270D

Kalkulace provozu harvestorové technologie													
Typ stroje	vyvážecí traktor JD1110D		Nákupní cena	6 200 000,00 Kč				Merimex s.r.o. Méděnecká 514 CZ-431 86 Kovářská Tel: +420 374 732 611 Fax: +420 374 732 612 info@merimex.cz					
Počet operátorů	2		Náhrady cestovné		Počet km	0	Spotřeba PHM/hod	8 l					
Provozní hodiny	12	den	Průměrná spotřeba	7	Odvody na zaměstnance	35%	Sazba Daňe z příjmů	31%					
Provozní dny	25	měsíc	Náhrada za 1 km	3,3	Odpis 1.rok	8,50%	Odpis 2.-6.rok	18,30%					
Provozní měsíce	12	rok	cena za PHM	28	Odpisová doba	6 let							
Koeficient využití	0,9		stravné	153									
Počet mth/rok	3240												
Výkon stroje													
průměrná těžená hmotnost	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1			
počet ks/hod.	43	35	26	22	18	16	16	15	15	14			
výkon za měsíc v m ³	1161,0	1890,0	2106,0	2376,0	2430,0	2592,0	3024,0	3240,0	3645,0	3780,0			
Celkový počet m ³ za rok	13932,0	22680,0	25272,0	28512,0	29160,0	31104,0	36288,0	38880,0	43740,0	45360,0			
Výběr z náletu cca. 15% snížení výkonu	11842,2	19278,0	21481,2	24235,2	24786,0	26438,4	30844,8	33048,0	37179,0	38556,0			
Holoseč cca. 25% navýšení výkonu	17415,0	28350,0	31590,0	35640,0	36450,0	38880,0	45360,0	48600,0	54675,0	56700,0			
Mzdové náklady													
Hrubá mzda operátora	20 000,00 Kč												
Mzda operátora včetně odvodů	27 000,00 Kč												
Ostatní náhrady - stravné	7 650,00 Kč												
Ostatní náhrady - cestovné	-												
Mzdové náklady celkem	61 650,00 Kč												
Celkové mzdové náklady na 1m ³	53,10 Kč	32,62 Kč	29,27 Kč	25,95 Kč	25,37 Kč	23,78 Kč	20,39 Kč	19,03 Kč	16,91 Kč	16,31 Kč			
Odpisy													
Rovnoměrné odpisování - 1. rok	celkem	527 000,00	37,83	23,24	20,85	18,48	18,07	16,94	14,52	13,55	12,05	11,62	
Reinvestiční odpočet u nových strojů 1.majitel	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Daňové náklady v 1.roce používání na 1m ³		37,83 Kč	23,24 Kč	20,85 Kč	18,48 Kč	18,07 Kč	16,94 Kč	14,52 Kč	13,55 Kč	12,05 Kč	11,62 Kč		
Rovnoměrné odpisování - 2.-6.rok	1 134 600,00	81,44	50,03	44,90	39,79	38,91	36,48	31,27	29,18	25,94	25,01		
Daňové náklady v 2.-6.roce používání na 1m ³		81,44 Kč	50,03 Kč	44,90 Kč	39,79 Kč	38,91 Kč	36,48 Kč	31,27 Kč	29,18 Kč	25,94 Kč	25,01 Kč		
Provozní náklady za jeden měsíc													
	cena za jednotku	spotřeba	celkem										
PHM	24,00 Kč												
Motorový olej	84,00 Kč												
Hydraulický olej	120,00 Kč	60	7 200,00 Kč										
Filtry	2 500,00 Kč	1	2 500,00 Kč										
Mazací tuk	100,00 Kč	3	300,00 Kč										
Ochrana stromů	200,00 Kč	2	400,00 Kč										
Náhradní díly	17 222,22 Kč	1	17 222,22 Kč										
Servis odborný	350,00 Kč	10	3 500,00 Kč										
Ostatní zabezpečení	6 000,00 Kč	1	6 000,00 Kč										
Přeprava stroje	15 000,00 Kč	1	15 000,00 Kč										
Pojištění	15 000,00 Kč	1	15 000,00 Kč										
Celkem			67 122,22 Kč										
Spotřeba PHM celkem dle m ³ v Kč				51 840,00 Kč	51 840,00 Kč	51 840,00 Kč	51 840,00 Kč	51 840,00 Kč	51 840,00 Kč	51 840,00 Kč	51 840,00 Kč	51 840,00 Kč	
Spotřeba motorového oleje celkem dle mth v Kč				3 240,00 Kč	3 240,00 Kč	3 240,00 Kč	3 240,00 Kč	3 240,00 Kč	3 240,00 Kč	3 240,00 Kč	3 240,00 Kč	3 240,00 Kč	
Provozní náklady celkem za m ³				105,26 Kč	64,66 Kč	58,03 Kč	51,43 Kč	50,29 Kč	47,15 Kč	40,41 Kč	37,72 Kč	33,53 Kč	32,33 Kč
Celkové náklady na m ³													
Celkové náklady v 1.roce používání	mzdové náklady + odpisy + ostatní náklady + rezie												
Režijní náklady	10%	23,98 Kč	14,73 Kč	13,22 Kč	11,72 Kč	11,46 Kč	10,74 Kč	9,21 Kč	8,59 Kč	7,64 Kč	7,37 Kč		
celková cena za 1 m ³		215,80 Kč	132,56 Kč	118,97 Kč	105,45 Kč	103,11 Kč	96,66 Kč	82,85 Kč	77,33 Kč	68,74 Kč	66,28 Kč		
celková cena za 1 m ³ výběr z náletu		253,88 Kč	155,96 Kč	139,96 Kč	124,06 Kč	121,30 Kč	113,72 Kč	97,47 Kč	90,98 Kč	80,87 Kč	77,98 Kč		
celková cena za 1 m ³ holoseč		172,64 Kč	106,05 Kč	95,17 Kč	84,36 Kč	82,48 Kč	77,33 Kč	66,28 Kč	61,86 Kč	54,99 Kč	53,03 Kč		
Celkové náklady v 2.-6.roce používání	mzdové náklady + odpisy + ostatní náklady + rezie												
celková cena za 1 m ³		263,77 Kč	162,03 Kč	145,41 Kč	128,89 Kč	126,03 Kč	118,15 Kč	101,27 Kč	94,52 Kč	84,02 Kč	81,02 Kč		
celková cena za 1 m ³ výběr z náletu		310,32 Kč	190,63 Kč	171,08 Kč	151,64 Kč	148,27 Kč	139,00 Kč	119,14 Kč	111,20 Kč	98,84 Kč	95,31 Kč		
celková cena za 1 m ³ holoseč		211,02 Kč	129,63 Kč	116,33 Kč	103,11 Kč	100,82 Kč	94,52 Kč	81,02 Kč	75,62 Kč	67,21 Kč	64,81 Kč		

Tab. 12.6. Kalkulace provozních nákladů vyvážecího traktoru John Deere 1110D

Vedle uvedených určujících kritérií (přibližovací vzdálenost, hmotnatost) vlastní cena závisí na konkrétních podmínkách pracoviště a objemu provedené těžby na pracovišti a v regionu. Optimální koncentrace objemu práce se obvykle předpokládá nad 400 m³ těžby. V poslední době však není výjimkou nasazování harvestorových technologií již od 200 m³ těžby, zejména u porostů do 40 let (také v souvislosti s nižšími hmotnatostmi v probírkových porostech i příp. zanedbaných prořezávkách).

K nákladovým aspektům provozu harvestorových technologií patří také potěžební úprava pracoviště, tj. úprava a úklid vyvážecích linií (vyjma klestu použitého na lince k ochraně kořenových náběhů a půdního povrchu), odvozních cest, manipulačních ploch odvozních míst, všech zařízení zajišťujících funkčnost lesní dopravní sítě (příkopy, propustky, mostky, svodnice apod.), zařízení sloužících k ochraně lesních porostů (oplocenky, individuální ochrana apod.), zařízení sloužících k provozování myslivosti a péči o zvěř, sanaci erozních rýh, uvedení terénu do původního stavu.

Nákladovými komparacemi motomanuálních a harvestorových technologií v různých podmínkách se zabývá Bartoš (2009b). Spolu s kolektivem také popisuje možnosti využití analýzy cen pro rozhodování o nasazení harvestorové technologie (Bartoš, Máchal, Skoupý, 2009).

12.2.1 Vlastní náklady harvestorových technologií

Rozpočty a kalkulace strojových nákladů – stálých a proměnných – jsou základem pro posouzení ekonomiky harvestorových technologií a zejména smluvní ceny.

Proměnné náklady zahrnují zejména náklady na paliva a maziva, údržbu, opravy a mzdy. Váhově nejvýznamnějšími proměnnými náklady jsou mzdy operátorů (řídící personál je placen měsíčním platem, který je zpravidla považován za součást fixních nákladů).

Stálé náklady zahrnují odpisy, kapitálový úrok, pojištění, náklady na účetnictví a platy. Hlavní součástí fixních nákladů jsou odpisy strojů.

Podíl vybraných skupin nákladů v % z celkových ročních nákladů (dle Contractor's Association, Finland):

- náklady na personál – osobní náklady (30 – 35 %)
- odpisy (26 %)
- úrok z kapitálu (10 %)
- ropné produkty (7,5 %)
- náhradní díly a příslušenství (6 – 10 %)
- zakoupené služby, např. údržba (6 %)
- administrativa a pojištění (4 %)
- ostatní náklady (1,5 – 2,5 %).

Pro vlastní výpočet kalkulací nákladů může být použito následující schéma:

Stroj:

Pracovní hodiny:

Roční náklady na stroj:

○ odpisy	+
○ úroková sazba	+
○ náklady na personál	+
○ ropné produkty	+
○ náhradní díly a příslušenství	+
○ zakoupené služby	+
○ administrativa - pojištění	+
○ ostatní náklady	+
<i>Celkové náklady</i>	=
○ riziko a zisk	+
<i>Celkem výrobní cena</i>	=

Vydělením celkových nákladů (podobně je tomu i u výrobní ceny) celkovým počtem odpracovaných hodin stroje za rok dostáváme jednotkové náklady na hodinu práce, analogickým přepočtem lze vypočítat jednotkové náklady na 1 m³ vytěženého (vyvezeného) dříví, jež jsou při sjednávání ceny

služby harvestorových prací obvyklejší. V kombinaci harvestor + forwarder se obvykle náklady člení v poměru 60:40 (%).

Životnost strojů činí v průměru 12 000 až 15 000 motohodin, za předpokladu dvou každodenních 8hodinových směn. Investice se zpravidla propočítávají na dobu sedmi let (pro daňové odpisy – 2. odpisová skupina, tj. 5 let).

Jak stáří strojů vzrůstá, roste i čas na opravy a prostoje a využití klesá – úroveň využití pro nové stroje se pohybuje mezi 90 – 95 %, pro starší stroje okolo 85 %. Úroveň využití znamená efektivní pracovní dobu stroje v rámci celkové pracovní doby. Pracovní přestávky kratší než 15 min. se nezapočítávají.

12.2.2 Ekonomika provozu harvestorových technologií

Používání stroje během určitého období, např. roku, má relativně malý vliv na stálé náklady. Proměnné náklady jsou ovlivňovány stupněm využití stroje.

Jednotková cena by měla být základem pro tvorbu zisku. Při práci s lesnickými stroji je produktivita velmi závislá na stanovištních podmínkách. Jsou-li tyto podmínky známé nebo se ví, že jsou podobné předchozím podmínkám, pak může být jednotková cena vypočtena relativně jednoduše.

Strojové náklady jsou v zásadě ovlivněny celkovým ročním objemem práce. Nejdůležitějšími faktory ovlivňujícími výrobu a jednotkové náklady jsou: hmotnost kmene, vzdálenost vyvážení, terénní podmínky a umístění a velikost skládek.

Hlediska ovlivňující ekonomiku a efektivnost harvestorových technologií lze shrnout:

1. **Roční objem těžby** a pravidelný sezónní objem těžby. Podnikatelé v těžební činnosti se obvykle dozvědí o budoucím pracovišti jen několik týdnů předem. Přitom jednotková cena nejen že závisí na stanovištních podmínkách, ale také na objemu práce – změny v podmínkách by se měly odrazit v jednotkových cenách.
2. **Kvalita porostů**, jejich rozdělení na obnovní těžby a probírky a rovněž náklady na kácení a vyvážení. V rámci těžebních systémů je těžba rozdělena na různé velikosti kmenů a vyvážení na různé třídy vzdáleností.
3. **Velikost porostů**. Větší porosty jsou při těžbě rentabilnější. Denní výkonnost strojů vzrůstá, když pracují po delší dobu ve stejném porostu, aniž by se přemísťovaly z místa na místo. Dlouhé vzdálenosti pro přesun zvyšují náklady. Centralizace pracovišť by měla být jedním z cílů plánování.
4. **Stav stroje**. V rámci plánované a vypočtené doby využití stroje by měla vždy existovat alternativa pro změnu zařízení. Starší stroje jsou méně produktivní a ve stádiu plánování by se mělo počítat s prodlouženým časem na údržbu a opravy. Běžná údržba stroje a inventáře (vč. provádění preventivních prohlídek s využitím moderní diagnostické techniky a plánování oprav) jsou samozřejmostí.
5. **Odborná kvalifikace** a úroveň zručnosti obsluhy stroje. Nízká úroveň kvalifikace snižuje výkon, zvyšuje poruchy a zvyšuje náklady na opravy a prostoje. Žádoucí je lesnická odborná kvalifikace. Z praxe vyplývá, že se jedná o velmi významný faktor.
6. **Práce ve dvou směnách** snižuje kapitálové náklady. Práce v noci je však méně efektivní (zejména psychická zátěž operátora) než práce za denního světla (rozdíl až 30 %).
7. Nejkratší možná období **zastavení provozu** by měla být naplánována.
8. **Obratnost podnikatele** má udávat tón podnikání a získávat vhodné roční kontrakty pro jeho stroje. Neméně důležitá je schopnost technologické přípravy a zejména operativního řešení situací. V neposlední řadě jsou to také schopnosti komunikace dodavatel – odběratel.

Jedním ze zásadních ekonomických aspektů, jež jsou při kalkulacích harvestorových technologií zpravidla opomíjeny, je **zkrácení doby celého výrobního procesu** a snížení rozpracovanosti výroby. Maximalizace obrátkovosti zásob, minimalizace průměrného inkasa pohledávek a tím minimalizace vázanosti kapitálu patří k základním úlohám financování a řízení pracovního kapitálu. Jednou z možností kvantifikace předmětného efektu je souhrnný výpočet pomocí *obratového cyklu peněz*, jež představuje časový úsek mezi platbou za nakoupené vstupy a přijetím inkasa z prodeje produkce (výstupů), tedy doba, po kterou jsou zdroje podniku vázány v oběžném majetku. **Obratový cyklus peněz** (O_m) sestává z doby obratu zásob, doby obratu pohledávek a doby odkladu plateb, podle vztahu:

$$O_m = T_o + T_p - T_D \quad (11)$$

Doba obratu zásob (T_o) je průměrná doba od nákupu zásob do jejich prodeje (zahrnuje tzv. dodávkový a výrobní cyklus); vyhodnocuje se ve dnech podle vztahu:

$$T_o = \frac{\bar{Z}}{\frac{r}{360}} \quad (12)$$

Doba obratu pohledávek (T_p) (doba inkasa) je doba, která uplyne od fakturace produkce (výrobků, služeb) do dne přijetí peněz (inkasa); podle vztahu:

$$T_p = \frac{P}{\frac{r}{360}} \quad (13)$$

Doba odkladu plateb (T_D), což je doba mezi nákupem vstupů (zásob, služeb, práce) a platbou za ně; podle vztahu:

$$T_D = \frac{D}{n_j} \quad (14)$$

kde:

- \bar{Z} - průměrný stav zásob v období (v peněžním vyjádření)
- r - tržby
- P - pohledávky
- D - závazky (dluhy)
- n_j - jednodenní nákupy.

Je zřejmé, že čím kratší je obrátový cyklus peněz, tím méně pracovního kapitálu podnik potřebuje. Cyklus lze v zásadě zkrátit:

- zkrácením doby obratu zásob, tj. zkrácením doby zásobování, výroby, expedice,
- zkrácením doby inkasa, např. splatnost faktur, zvýhodněním hotových plateb či zainteresováním odběratelů na včasnějším placení faktur – skonto, důsledné vymáháním pohledávek,
- prodloužením doby odkladu plateb, např. smluvním prodloužením lhůt splatnosti (pokud toto prodloužení nezvýší náklady podniku a nepoškodí vztahy s dodavateli).

U klasických technologií s MES se doba obrátky zásob pohybuje mezi 20 – 30 dny, u klasických sortimentních technologií s výrobou sortimentů na OM mezi 10 – 20 dny, u harvestorových technologií mezi 3 – 7 dny.

V neposlední řadě lze u harvestorových technologií vyzvednout efekt z vyššího zpeněžení dříví ze zkrácené doby jeho expozice v lese. U kulatinových sortimentů může zvýšené zpeněžení takto dosáhnout až 200 Kč.m⁻³.

12.2.3 Vliv těžební technologie a doby obrátky zásob dříví na výši finančních prostředků vázaných ve výrobě

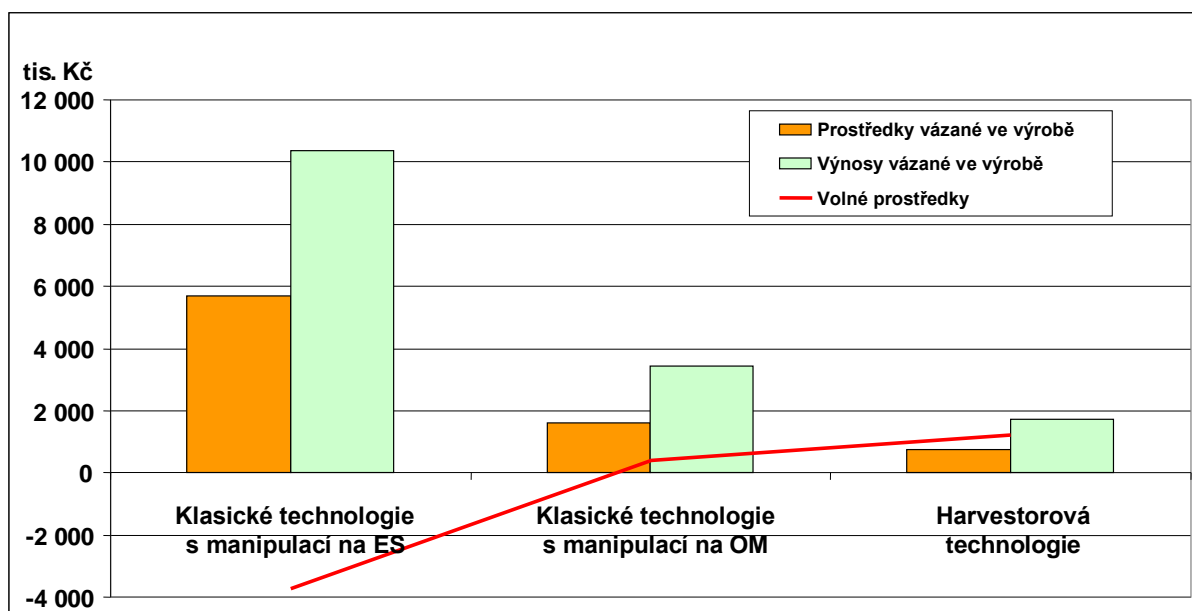
Volba těžební technologie zásadně ovlivňuje dobu trvání výrobního procesu, tj. dobu proměny surového dříví na hotový sortiment připravený k prodeji. Harvestorová technologie svou podstatou výrazně zkracuje a zrychluje výrobní proces ze dvou důvodů:

- 1) Současně s těžbou probíhá i manipulace dříví na sortimenty a z výrobního procesu se vypouští operace „manipulace na OM“ nebo „odvoz na ES“ a „manipulace na ES“.
- 2) U klasických technologií dochází k prodlevám z důvodu různé výkonnosti nasazených prostředků (motorová pila, kůň, UKT). Nasazením výkonného harvestorového uzlu, ve kterém jsou prostředky výkonnostně sladěny, dochází rovněž ke zrychlení výroby.

Zrychlení výrobního procesu přináší významné snížení množství finančních prostředků, které jsou vázány ve výrobě. V tab. 12.7. jsou znázorněny 3 modelové varianty:

- 1) Klasické technologie s manipulací na ES - přibližování krácených surových kmenů a manipulace surových kmenů na ES a odvoz k odběrateli z ES. V tomto případě pracují všechny prostředky nezávisle na sobě s větší časovou prodlevou.
- 2) Klasické technologie s manipulací na OM - přibližování krácených surových kmenů a manipulace surových kmenů na OM a odvoz k odběrateli z OM. Dřevorubec pracuje v součinnosti s traktoristou a provádí manipulaci na OM.
- 3) Harvestorová technologie – vyvážec nastupuje s minimálním zpožděním za harvestorem.

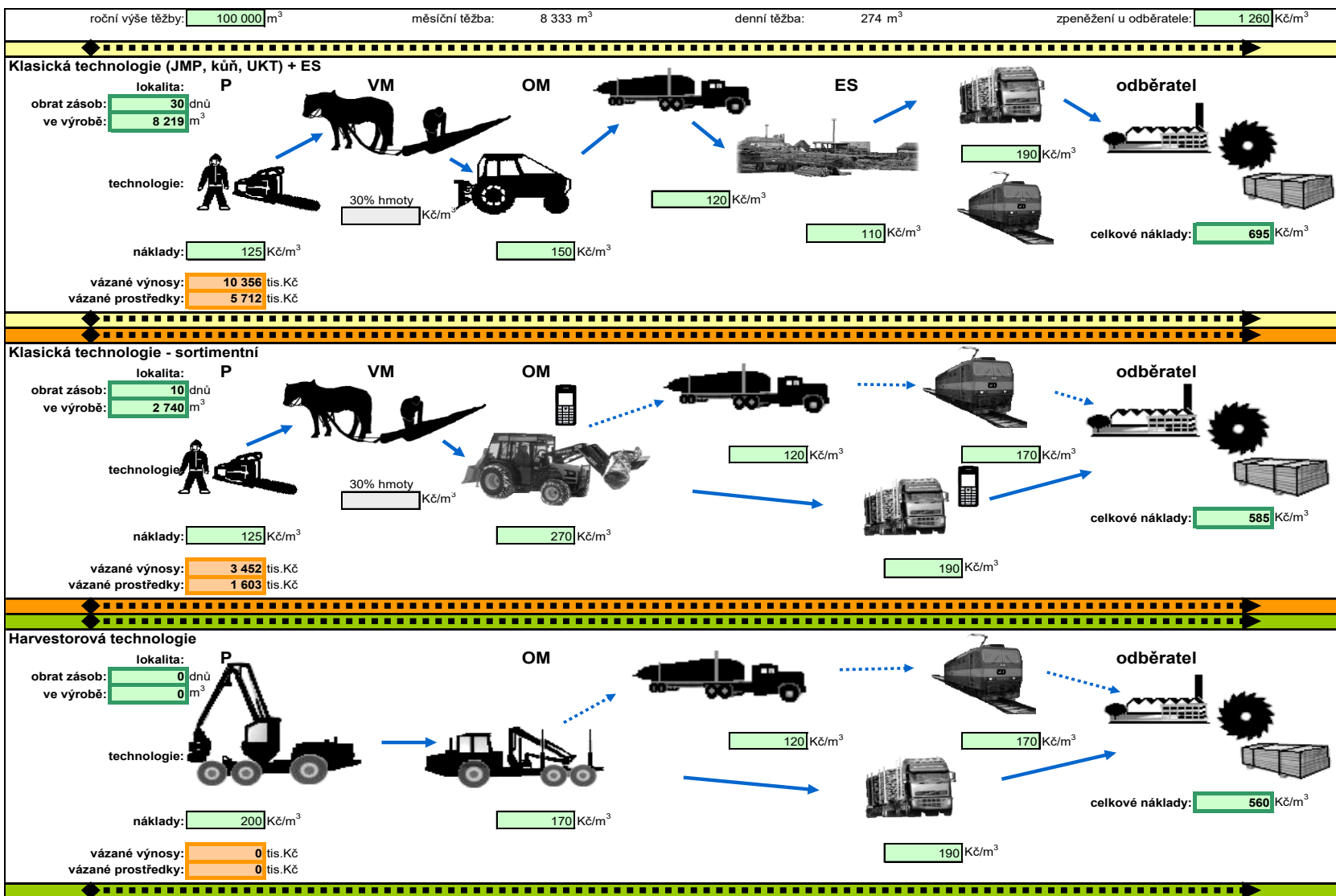
Výsledný dopad všech 3 variant na množství prostředků a výnosů vázaných ve výrobě a množstvím volných prostředků schematicky znázorňuje obr. 12.2. Technologický proces jednotlivých variant je pro demonstraci detailněji znázorněn na obr. 12.3. I zde platí potřeba aktualizace proměnlivých vstupních dat (např. průměrné zpeněžení fco odběratel).



Obr. 12.2. Finanční prostředky vázané ve výrobě dříví dle doby obrátky zásob dříví

Výše finančních prostředků vázaných ve výrobě dříví dle doby obrátky zásob							
Roční výše těžby:	100 000 m ³	Lokalita					
Měsíční těžba:	8 333 m ³	P	OM		ES	Odběratel	
Denní těžba:	274 m ³	Operace					
Prům. zpeněžení fco. odběratel:	1 260 Kč/m ³	Těžba	Přibližování	Manipulace	Odvoz na ES	Manipulace	Odvoz k odběrateli
Kapitál firmy:	2 000 000 Kč						
Klasické technologie s manipulací na ES							
Doba obrátky zásob:	30 dní						
Zásoba ve výrobě:	8 219 m ³						
Výrobní náklady:	695 Kč/m ³	125 Kč/m ³	150 Kč/m ³	Kč/m³	120 Kč/m ³	110 Kč/m ³	190 Kč/m ³
Prostředky vázané ve výrobě:	5 712 329 Kč						
Výnosy vázané ve výrobě:	10 356 164 Kč						
Volné prostředky:	-3 712 329 Kč						
Klasické technologie s manipulací na OM							
Doba obrátky zásob:	10 dní						
Zásoba ve výrobě:	2 740 m ³						
Výrobní náklady:	585 Kč/m ³	125 Kč/m ³	150 Kč/m ³	120 Kč/m ³	Kč/m³	Kč/m³	190 Kč/m ³
Prostředky vázané ve výrobě:	1 602 740 Kč						
Výnosy vázané ve výrobě:	3 452 055 Kč						
Volné prostředky:	397 260 Kč						
Harvestorová technologie							
Doba obrátky zásob:	5 dní						
Zásoba ve výrobě:	1 370 m ³						
Výrobní náklady:	560 Kč/m ³	200 Kč/m ³	170 Kč/m ³	Kč/m³	Kč/m³	Kč/m³	190 Kč/m ³
Prostředky vázané ve výrobě:	767 123 Kč						
Výnosy vázané ve výrobě:	1 726 027 Kč						
Volné prostředky:	1 232 877 Kč						

Tab. 12.7. Výše finančních prostředků vázaných ve výrobě dříví dle doby obrátky zásob



Obr. 12.3. Schéma tří modelových variant těžebních technologií

12.3. Faktory výkonnosti harvestorových technologií těžby dříví

Ekonomika provozu harvestorových technologií je výrazně ovlivňována jejich výkonností. Harvestorové technologie pocházejí ze skandinávských zemí se zcela odlišnými přírodními podmínkami oproti České republice. Objektivně tedy nelze ani na úseku hodnocení jejich výkonnosti pouze pasivně přejímat skandinávské výsledky a rozsáhlé zkušenosti ze sledování výkonnostních parametrů harvestorových technologií. Řadu let jsou však již harvestorové technologie úspěšně používány i v sousedních středoevropských státech, zejména v Německu a Rakousku v podmínkách srovnatelných či dokonce náročnějších, než jaké jsou v lesích České republiky. Z toho lze mimo jiné usuzovat na opodstatnění očekávání dalšího rozšiřování harvestorových technologií lesní těžby v tuzemsku a lze též porovnávat mezi jejich parametry dosahovanými u nás a v zahraničí.

Problematika výkonnosti harvestorových technologií těžby

Výkonnost při práci v lese ovlivňují tři zásadní skupiny faktorů: člověk – stroj – přírodní prostředí. Přitom výkonnost harvestorů a vyvážecích traktorů nemusí být závislá na shodných faktorech.

Ve skupině faktorů „člověk“ je však zřejmé, že u obou druhů strojů má zásadní vliv na výkonnost osoba operátora (strojníka). Harvestory a forwardery jsou stroje, u nichž je sice redukován podíl samotné, zejména manuální lidské práce, jejich operátoři však musejí splňovat některé fyziologické a psychologické předpoklady a mít dostatečnou zkušenost (zapracovanost). Období potřebné pro dosažení 100 % výkonnosti je relativně dlouhé a činí řádově až 390 pracovních směn (Simanov, 1998). Lidský faktor souvisí nejen s přímou prací strojů, nýbrž velmi podstatně se uplatňuje při výběru vhodných porostů, v kvalitě technologické přípravy pracovišť včetně vyznačení linek, umístění skládek, označení stromů určených ke kácení, i při vlastním řízení výrobního procesu (plán nasazení strojů, počet a doba jejich přemístění, denní využití, zajištění údržby a oprav strojů).

Skupina faktorů „stroj“ je charakterizována zejména konstrukčním provedením – typem stroje, výkonem motoru, dosahem hydraulického jeřábu, u harvestoru provedením kácecí hlavičky, průchodností stroje terénem, apod. U forwarderu je dále významným parametrem velikost ložného prostoru a velikost drapáku.

Do skupiny faktorů „přírodní podmínky“ náleží zejména charakter terénu, mikrorelief, únosnost povrchu půdy, přítomnost překážek. Nelze opomenout další faktory, jako jsou porostní charakteristiky (druh dřeviny a její zastoupení, hmotnatost porostu a způsob hospodaření v něm, bonita, doba těžby, aj.). U forwarderu je dále třeba zohlednit skladbu výřezů (sortimentů) vyrobených harvestorem, kvalitu jejich rozřídění podél linky a přibližovací vzdálenost.

Pro určení výkonnosti stroje je obecně nutné poznat jednotlivé fáze jeho pracovního procesu. **Pracovní cyklus harvestorů** byl rozlišen do několika typických operací: uchopení stromu obsahující i eventuelní přejezd harvestoru ke stromu, kácení, odvětvození, krácení včetně třídění sortimentů. Statistickými metodami jsou faktory výkonnosti harvestorů a jejich vzájemné vztahy analyzovány ve dvou skupinách pracovních časů:

Čas na uchopení stromu t_1 - při analýze výkonnosti je hledána závislost mezi tímto časem a:

- vzdáleností stromu od linky
- počtem těžených stromů na 1 ha
- hustotou porostu
- sklonem terénu.

Čas na zpracování stromu t_2 - při analýze výkonnosti je hledána závislost mezi tímto časem a:

- vzdáleností stromu od linky
- počtem těžených stromů na 1 ha
- hustotou porostu
- sklonem terénu
- relativní bonitou stanoviště (zavětvením stromů).
- počtem vyráběných výřezů
- počtem vyráběných sortimentů
- četností nulování měřicího zařízení (začelování kmene)
- krácení těžebních zbytků.

U harvestoru čas jednotkové práce t_c sestává pro každý strom z času na pojezd a uchopení stromu t_1 , tedy čas od upuštění klestu předcházejícího stromu po zahájení kácení dalšího stromu, a z času na zpracování stromu t_2 . Pro vyjádření závislosti prostřednictvím korelační a regresní analýzy se spotřeba času na 1 strom jeví vhodnější než na 1 m^3 , protože ten může být tvořen různým počtem stromů a počet stromů souvisí s počtem opakování některých operací (kácení, atd.).

$$t_c = t_1 + t_2 \quad (\text{s/strom})$$

Se znalostí průměrné hmotnosti stromu p_h lze určit spotřebu času na 1 m^3 t_{m3} .

$$t_{m3} = t_c / p_h \quad (\text{s/m}^3)$$

Abychom dokázali posoudit výkonnost harvestoru P je nutné počítat nejen s časem jednotkové práce, ale i s časem nutných přestávek a časem dávkové práce. Z výzkumů vyplývá, že čas jednotkové práce nepřesahuje u tohoto druhu strojů v rámci hodiny 45 minut. Výkonnost pak stanovíme podle vzorce:

$$P = (60 * t_v) / t_{m3} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

t_v – čas čisté práce stroje v rámci hodiny (min), t_{m3} – čas na zpracování 1 m^3 (s)

Na základě statistické analýzy dat pak lze pro jednotlivé dřeviny sestavit regresní rovnice pro vyjádření časů na pojezd a uchopení (t_1) a z času na zpracování stromu (t_2), které mají následující konstrukci:

Například pro harvestor Rottne 2004 byly v rámci výzkumných šetření (Neruda – Valenta, 2004) vytvořeny následující rovnice pro čas t_1 a t_2 při probírce v porostech smrku:

$$t_1 = (22,3 + 1,2 * v_s - 0,0164 * p_s) * (1 + 0,0034 * s_r^2) \quad (\text{s/strom})$$

v_s – vzdálenost stromu od vyvážecí linky (m), p_s – počet těžebných stromů na 1 ha, s_r – sklon terénu ($^\circ$)

Spotřeba času t_1 logicky roste se vzdáleností stromu od linky, kdy je operátor nucen sahat na větší vzdálenost do porostu nebo zajíždět mimo linku u stromů s vyšší hmotností, kdy výložník nedisponuje při maximálním dosahu dostatečnou silou pro manipulaci se stromem. Spotřebu času t_1 naopak snižuje větší počet těžebných stromů. V této situaci je operátor schopen z jednoho postavení zpracovat více stromů, přejezdy spotřebují méně času a vlivem většího proředení porostu je usnadněn pohyb stroje a jeho výložníku. Tento základní čas se zvyšuje se stoupajícím sklonem terénu, ale nikoliv přímo úměrně, protože od jisté hranice není práce harvestoru ve svahu vůbec možná, zatímco sklony do 5° mají poměrně malý vliv.

$$t_2 = (60,4 * p_h^{0,495} * (1 + 0,1 * r_b) + 3,6 n_{mz}) * (1 + 0,0029 * s_r^2) \quad [\text{s/strom}]$$

p_h – hmotnost těžebného stromu (m^3), n_{mz} – počet nulování měřicího zařízení, r_b – relativní bonita, s_r – sklon terénu ($^\circ$)

Čas t_2 je závislý především na hmotnosti konkrétního stromu, dále na zavětvení (relativní bonitě). Nutnost nulovat měřicí zařízení při špatném čtení délky výřezu vlivem prokluzu měřicího kolečka při zachycení stržené kůry na jeho hrotech lze zohlednit jako časovou přírážku bez ohledu na hmotnost stromu. Sklon svahu opět násobí spotřebu času na jednotlivé úkony. Mimo vlivu na stabilitu stroje se projevuje i při ukládání sortimentů, kdy je operátor nucen ukládat sortimenty tak, aby nedocházelo k jejich pohybu ze svahu. Vedle sklonu svahu se na změně výkonnosti harvestoru výrazně projevuje i vliv zavětvení - relativní bonity porostu, atd. Jednotlivé závislosti se mohou měnit dle podmínek daného pracoviště, proto pro získání objektivních závěrů vyžaduje řadu různorodých časoměrných pozorování a následných analýz zjištěných dat.

Rovnice vyjadřující spotřebu času t_1 a t_2 pak lze aplikovat pro zjišťování závislosti výkonnosti harvestoru a vytvořit s jejich pomocí matematicko-statistický model. Pro praktické použití jsou výše uvedené rovnice podle popsaného postupu vloženy do tabulky vytvořené v programu Excel. Výpočet se tak stává méně pracným než u běžných norem.

Analýza výkonnosti forwarderů je ve vědeckých pracích zkoumána ve výrazně menší míře, než je tomu u harvestorů. Při našich výzkumech (Neruda – Valenta, 2004) však bylo zjištěno, že závislosti faktorů, ovlivňujících výkonnost forwarderů, jsou složitější než u harvestorů.

Sledování časové náročnosti práce forwarderů vyžaduje **rozdělení jejich činnosti na 3 rozdílné fáze**:

Vytváření nákladu (nakládání dříví) – je sledováno, jaký systém pojezdu forwarder používá, zda projíždí plochou jednou nebo opakovaně a jaký postup volí při sbírání sortimentů. Sleduje se čas naložení vyvážče, počet a délka naložených výřezů a ujetá vzdálenost na naložení nákladu. Výsledkem je tzv. **čas nakládání** t_{nm3} , vymezený dobou od prvního pohybu hydraulického jeřábu až po ukončení nakládání a složení hydraulického jeřábu do transportní polohy.

Jízda do porostu a z porostu – sledována rychlost jízdy, doba jízdy, délka trasy, charakter povrchu komunikace a sklon. Výsledkem je tzv. **čas jízdy** t_j , tj. doba mezi operacemi nakládání a skládání (jízda tam i zpět).

Skládání – sledována doba skládání, taktéž zjišťováno kolik výřezů přimíšených sortimentů musel operátor vytřídit z hlavního sortimentu. Výsledkem je tzv. **čas skládání** t_{skl} , který je vymezen dobou od prvního pohybu výložníku po příjezdu na skládky po složení výložníku do transportní polohy.

Výsledkem statistické analýzy dat pak jsou opět regresní rovnice, které mohou mít např. následující strukturu:

a) čas nakládání t_{nm3}

$$t_{nm3} = 17,5 \cdot \frac{1}{V_v^{0,77}} + 300,6 \cdot \frac{1}{V_{s100}^{0,88}}$$

t_{nm3} - spotřeba času při nakládání (s/m³b.k.), V_v – průměrná hmotnatost výřezu sortimentu (m³b.k.), V_{s100} – množství sortimentů na 100 m vyvážecí linky (m³b.k.)

Objem výřezů, daný délkou a středovým průměrem, ovlivňuje snadnost uchopení hydraulickým jeřábem. Uchopení dvou pilařských výřezů je poměrně snadnější než naložení 10 výřezů vlákniny o stejném celkovém objemu. Lze jej stanovit odhadem, měřením v hrani, nebo z údajů palubního počítače harvestoru. Větší množství sortimentů u vyvážecí linky eliminuje pojezd nutný k sestavení nákladu, který představuje přerušování práce. Odvodí se ze zastoupení jednotlivých sortimentů, výše těžby na 1 ha a rozestupu vyvážecích linek. Spotřeba času na naložení vyvážče klesá s rostoucí výší těžby, rozestupem vyvážecích linek a menším počtem sortimentů.

Na rychlost nakládání mají vliv i další činitelé. Častým námětem sporů je špatné uložení a vytřídění sortimentů operátorem harvestoru, které značně snižuje výkonnost vyvážče. Vhodným postupem je, pokud operátor nejprve vyváží pilařské výřezy, které jdou mezi ostatními sortimenty dobře vybírat a vytvoří si tak prostor pro snadnější sběr krátkého vlákninového a palivového dříví.

b) čas jízdy t_j

$$t_{1j} = \frac{(l - l_c) \cdot t_l + l_c \cdot t_c}{100} \cdot 2$$

t_{1j} – čas na vyvezení jednoho nákladu (s), l – celková vyvážecí vzdálenost (m), l_c – vyvážecí vzdálenost po lesní cestě (m), t_c – čas na ujetí 100 m po vyvážecí lince (70 s), t_l – čas na ujetí 100 m po přibližovací lince (141 s)

Počet jízd na vyvezení konstantního množství dříví závisí na délce vyráběných výřezů (obr. 12.4.). Například za výřezy s délkou 3 m již není možné uložit ani krátké dvoumetrové výřezy a klec vyvážče není plně využita. Čas jízdy prodlužuje i rozbahněný terén. V takovém případě na vzdálenost 100 m registruje palubní počítač vyvážče kvůli prokluzu kol i větší než dvojnásobnou ujetou vzdálenost!



Obr. 12.4. Množství dříví vyvezené na 1 jízdu závisí na délce vyvážených sortimentů. Za řadu sortimentů s délkou 2 m (vlevo) lze uložit ještě další řadu sortimentů s délkou 2 nebo 2,5 m. Tento způsob nelze použít pro malou délku ložného prostoru vyvážeče při délce výřezů 3 m (vpravo). Celkový objem nákladu je pak o čtvrtinu menší než u 4 m výřezů.

c) čas skládání t_{skl}

$$t_{sklm3} = [136,1 - 54,52 \cdot \ln(l_s)] \cdot \left(1 + 2,11 \cdot \frac{p_s}{100} \right)$$

t_{sklm3} - čas na skládání (s/m³b.k.), l_s - délka sortimentu (m), p_s - procentický podíl kusů výřezů přimíšeného sortimentu ($p_s = 0$ až 50 %)

Při skládání je určující délka výřezů. Pokud disponuje hydraulický jeřáb dostatečnou silou, závisí objem skládaného dříví na 1 náběr drapáku pouze na délce výřezů. Druhým prokázaným faktorem je nutnost třídění sortimentů na skládce, vyjádřená procentem vytríděných výřezů přimíšeného sortimentu. Nepodchyceným faktorem zůstává mimo práce v noci i umístění skládek. Umístěním skládek po obou stranách odvozní cesty je odbourána nutnost pojíždění po OM. Pokud jsou skládky jen podél jedné strany cesty, zvyšuje se spotřeba času přejížděním mezi skládkami a měla by být zohledněna zvýšením přibližovací vzdálenosti.

I v případě analýzy výkonnosti vyvázečního traktoru lze rovnice vyjadřující spotřeby času t_{nm3} , t_j a t_{skl} použít pro vytvoření matematicko-statistického modelu a vložit je do aplikace v programu Excel. Výpočet výkonnosti či pracnosti se tak stává méně pracným než u běžných norem.

Problematika exaktního a objektivního stanovení výkonnosti těžebně-dopravních strojů je poměrně náročnou a obsažnou záležitostí. Proto jsme v tomto skriptu uvedli jen obecné zásady přístupu k jejímu řešení v konkrétních podmínkách, které jsme dokumentovali příklady vycházejícími z výsledků analýz výkonnosti určitých typů strojů v rámci výzkumných šetření. Číselné i grafické údaje výkonnosti harvesterů a vyvázečích traktorů jsou kromě toho na několika místech tohoto skriptu uvedeny v konkrétních hodnotách jako příklady pro určité stroje za určitých podmínek.

12.4 Právní rámec pro provoz harvesterových technologií

K nepřímým, avšak významným ekonomickým aspektům (i případným ekonomickým dopadům „ex post“), patří také povinnosti a odpovědnost provozovatelů harvesterových technologií, vyplývající především z příslušných právních předpisů.

Provozovatel odpovídá zejména za:

a) škody na životním prostředí, životech a zdraví lidí, živočichů a škody na majetku ČR nebo dalších osob, ke kterým dojde v důsledku používání nevhodných technologií, používání nevhodných ropných produktů, nepovolených chemikálií, závadných látek a materiálů, a nedodržením obecně platných právních předpisů, např.:

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), v platném znění (dále jen „zákon o lesích),

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění,

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, v platném znění,

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění,

Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, v platném znění,

Zákon 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),

Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, v platném znění,

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

Vyhláška č. 132/2018 Sb., o přípravcích a pomocných prostředcích na ochranu rostlin,

Nařízení vlády č. 201/2010 Sb., o způsobu evidence úrazů, hlášení a zasílání záznamu o úrazu,

Nařízení vlády č. 390/2021 Sb. o bližších podmínkách poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků,

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,

b) dodržování povinností vyplývajících pro vlastníka lesa z ustanovení § 32 odst. 8 zákona o lesích, při činnostech prováděných v místě plnění, tzn. především používat pouze biologicky odbouratelné oleje k mazání řetězů motorových pil a biologicky odbouratelné hydraulické kapaliny,

c) dodržování bližších ochranných podmínek pro vyhlášená zvláště chráněná území (ZCHÚ), daná zřizovacími dokumenty pro jednotlivá ZCHÚ,

d) průběžné odstraňování odpadů vzniklých činností provozovatele, jeho zaměstnanců a právnických nebo fyzických osob pro něj pracujících (včetně odpadů komunálního charakteru),

e) technický stav používaných mechanizačních prostředků, nástrojů a náradí a to že budou odpovídat určené technologii,

f) vhodnost ochranných pracovních prostředků svých zaměstnanců a jejich používání,

g) předepsanou kvalifikaci a platnost oprávnění,

h) dodržování předpisů o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a předpisů o požární ochraně při dohodnuté činnosti na určeném stanovišti,

i) škody vzniklé aplikací chemických prostředků v rozporu s návodem či s platnými předpisy na ochranu životního prostředí,

j) neohrožení provozu na silničních komunikacích, železničních tratích a na telefonním a elektrickém vedení.

Při výkonu smluvních činností přistupují k výše uvedeným povinnostem zpravidla další podmínky, vyplývající z příslušné smlouvy, uzavřené podle zákona č. 89/2012 Sb., občanského zákoníku, ve znění pozdějších předpisů. Příslušnými ustanoveními tohoto zákoníku se také řídí odpovědnost za škody způsobené provozní činností. Výše náhrady škody na lesních porostech se řídí vyhláškou MZe ČR č. 55/1999 Sb.

13. LITERATURA (VÝBĚR POUŽITÉ A DOPORUČENÉ LITERATURY)

- ANONYMUS. 2002. Timberjack A John Deere Company (Příručka harvesterových technologií). Timberjack Oy, Tampere, 35 s.
- BARTOŠ, L. - MÁCHAL, P. - SKOUPÝ, A. 2009. Possibilities of using price analysis in decision making on the use of harvester technology in forestry. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 4/2009, s. 31-36.
- BARTOŠ, L. 2009a. Kolik místa zbývá v našich lesích pro harvestory? *Lesnická práce*, roč. 88, č. 5, s. 22-23.
- BARTOŠ, L. 2009b. Možnosti využití harvesterových technologií těžby dříví na základě analýzy rozhodujících faktorů. *Disertační práce, Mendelu v Brně*
- ČERMÁK, J. - NERUDA, J. - NADĚŽDINA, N. - ULRICH, R. - MARTINKOVÁ, M. - GEBAUER, R. - POKORNÝ, E. - PRAX, A. - HRUŠKA, J. - NADĚŽDIN, V. 2006. Identification of tree root damage caused by heavy machinery using new measurement technology suitable for precision forestry. In *Precision Forestry in Plantations, Semi-Natural and Natural Forests.*, s. 291--304. ISBN 0-7972-1121-7.
- DOLEJSKÝ, V. a kol. 2006. Projektování výroby a prodeje dříví. *LS Telč*, s. 91
- DOUDA, V. 1986. Nepříznivý vliv techniky na lesy. *Praha VŠZ Praha*, s.133
- DOUDA, V. 1988. Poškození lesních porostů těžební a dopravní technikou. *Lesnictví*, roč. 34, č.1, s. 29-50.
- DUMMEL, K. 1999. Hochmechanisierte Technologien der Forstnutzung. Referát na mezinárodní konference Formec, Delnice, Chorvatsko, nepublik.
- ERLER, J. a kol. 2002. Forsttechnik. Skriptum TU Dresden, 210 s.
- HEINIMANN, H. R. 1998. Produktivität und Einsatzbedingungen verschiedener Harvestertypen – eine statistische Auswertung aufgrund von Leistungsnachweisen. *ETH Zürich*, 14 s.
- HEIJ, W.-LEEK, N. A. 1981. Impacts of wood harvesting technology on soil and vegetation. *Sborník XVII. IUFRO Japonsko*, s. 21-32.
- JOHN DEERE FORESTRY. 2015. Operator's Instructions 1070E/1170E. Tampere. Worldwide Construction And Forestry Division. F074164
- JOHN DEERE FORESTRY. 2016. Operator's Instructions H414. Tampere. Worldwide Construction And Forestry Division. F074202
- JOHN DEERE FORESTRY. 2016. Operator's Instructions 810E. Tampere. Worldwide Construction And Forestry Division. F684808
- KOLEKTIV. 2002. Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví. Svaz zaměstnavatelů dřevozpracujícího průmyslu, Společenstvo dřevozpracujících podniků v ČR, Česká asociace podnikatelů v lesním hospodářství, *Lesy České republiky*, s. p., 65 s.
- KOLEKTIV. 2006. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2005. 1. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, Výroba a dovoz lesnické techniky, s. 110--114. ISBN 80-7084-550-3.
- KOLEKTIV, 2009. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky, stav k 31. 12. 2008. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha. ISBN 978-80-7084-861-6
- KOLEKTIV. 2012. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2011. 1. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, Výroba a dovoz lesnické techniky, s. 123--125. ISBN 978-80-7434-063-5.
- KOLEKTIV. 2013. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2012. 1. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, kapitola Výroba a dovoz lesnické techniky. (v tisku)

- KOLEKTIV. 2006. Harvestorové technologie a jejich optimální užití v praxi. MZLU v Brně, 87 s. ISBN 80-7375-012-0.
- KUPČÁK, V. 2003. Ekonomika lesního hospodářství. Skriptum MZLU v Brně, ISBN 80-7157-734-0.
- KUPČÁK, V. 2006. Ekonomické hodnocení sortimentních technologií. In: Ulrich, R. a kol. Možnosti uplatnění sortimentních technologií ve správě LČR s.p., Brno, 350 s. ISBN 978-80-7375-051-0.
- KUPČÁK, V. 2006. Ekonomika lesního hospodářství. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Ediční středisko, 257 s., ISBN 80-7157-998-X
- LASÁK, O. - NĚMEC, K. 1996. Víceoperační těžebně-dopravní stroje. Les. Práce, roč. 75, č. 12, s. 447-449.
- LUKÁČ, T. 2002. Viacoperačné stroje v lesnom hospodárstve. TU ZVOLEN, 137 s. ISBN 80-228-1348-6.
- MALÍK, V.- DVOŘÁK, J. 2007. Harvestorové technologie a vliv na lesní porosty, Forestalia 5, Lesnická práce, 84 S, ISBN 978-80-86386-92-8
- MCMAHON, S. 1995. Survey method for assessing site disturbance. New Zealand Logging Industry Research Organization, P.R. 54,4/1995, s. 1-16, New Zealand.
- NADEZHDINA, N. - ČERMÁK J. 1998. Responses of sap flow in spruce roots to mechanical injury. (p.51) In: Proc.Int.workshop EFI, MUAF na IUFRO "Spruce Monocultures in Central Europe: Problems and Prospects". Brno 22-25 June 1998.
- NADYEZHDINA, N. - ČERMÁK, J. - NERUDA, J. a kol. 2006. Roots under the load of heavy machinery in spruce trees. European Journal of Forest Research. sv. 125, č. 1, s. 111--128. ISSN 1612-4669.
- NERUDA, J. 2000. Theorie und Application der Methode zur Auswertung der Forstbestandeschäden nach der Holznutzung. Proceedings of the International Scientific Conference Forest and Wood Technology vs. Enviroment- FORTECHENVI 2000, Brno, pp. 255-260. (ISBN 80-7157-471-6).
- NERUDA, J. a kol. 2005. Metody pro zlepšení determinace poškození kořenů stromů ve smrkových porostech vyvážecími traktory. I. Výběr a ověření metod. Monografie. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 176 s. Folia Universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis. ISBN: 80-7157-831-2.
- NERUDA, J. a kol. 2013. Technika a technologie v lesnictví. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013. 620 s. V tisku.
- NERUDA, J. - SIMANOV, V. 2006. Technika a technologie v lesnictví. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. 324 s. ISBN 80-7157-988-2.
- NERUDA, J. - ULRICH, R. - VALENTA, J. 2006. Analýza faktorů výkonnosti středních harvestorů. In PUCHOVANOVA, I. Trendy lesnickej, drevarskej a enviromentalnej techniky a jej aplikacie vo výrobnom procese. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta enviromentalnej a výrobnjej techniky, s. 156--163. ISBN 80-228-1648-5.
- NERUDA, J. – VALENTA, J. 2004. Determinace poškozování lesních porostů těžebními technologiemi. Monografie. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, facultas silviculturae et technologiae ligni, Brno, 61 s. ISBN 80-7157-820-7.
- NERUDA J. – VALENTA J. 2004. Faktory výkonnosti harvestorových technologií lesní těžby. Monografie. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, facultas silviculturae et technologiae ligni, MZLU v Brně, 54 s.
- OLIVA, J. 2002. Problémy českého lesnictví a situace LČR, s.p. po 10 letech existence. Lesnická práce, roč. 81, č. 7, s. 296.
- SALANCI, J. a kol. 1989. Teória polnohospodárskych strojov. Alfa Bratislava, 364 s.

- SCHÄTTLE, S. – PFEIL, C. 1999. Anweisung zur Aufnahme von Bestandesschäden nach der Holzernte (Entwurf), Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden – Württemberg, Freiburg a.Br, s. 1-14.
- SCHLAGHAMERSKY, A. 1991. Entwicklung von Methoden und einfachen Geräten zur Bestimmung der Oberflächentragfähigkeit von Waldböden. Bericht. Fachhochschule Hildesheim-Holzminde, pp. 74.
- SCHLAGHAMERSKÝ, A. 2003. Zjišťování poškození půdy harvestory v probírkách. Lesnická práce, roč. 82, č. 10, s. 85-87.
- SIMANOV, V. 1998. Harvestorové technologie. Podmínky jejich provozního využívání a perspektivy dalšího rozvoje v ČR. Studie. Brno, 110 s.
- SIMANOV, V. 2004. Soudobé technologie těžby a dopravy dříví ve smrkových porostech. In Smrk – dřevina budoucnosti. Svoboda nad Úpou: Lesy České republiky, s.p., 2004, s. 83--89.
- SLODIČÁK, M. – NOVÁK, J. 2000. Zásady výchovy hlavních hospodářských dřevin v podmínkách antropogenně změněného ekotopu. Realizační výstup 04, VÚLHM VS Opočno, 28 s.
- SLODIČÁK, M. 2006. Metodika porostní výchovy pro stabilizaci smrkových porostů. In: Ulrich, R. a kol. Možnosti uplatnění sortimentních technologií ve správě LČR s.p., Brno 350 s. ISBN 978-80-7375-051-0.
- STAMPFER, K. 1998. Harvester leistungs Daten. Untersuchungsergebnisse aus Aufnahmen bei Geländeneigungen von 20 – 60 %: výzkumná zpráva. Wien: Universität für Bodenkultur, 15 s.
- STAMPFER, K. 1999. Influence of terrain conditions and thinning regimes on productivity of a track-based steep slope harvester. In: Proceeding of the International Mountain Logging and 10th Pacific Northwest Skyline Symposium. Sessions and Cung (editors). Oregon, pp. 78 – 87.
- ŠATANOVÁ, A. 2002. Rozhodovacie úlohy CVP v controllingu. In Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie „Ekonomika a riadenie podnikov drevozpracujúceho priemyslu v treťom tisícročí“. TU Zvolen, s. 87 – 95, ISBN 80-228-1189-0.
- ULRICH, R. a kol. 1999. Zjišťování škod ve smrkových probírkových porostech po harvestorech a vyvážecích traktorech: výzkumná zpráva. Brno : MZLU LDF, 23 s.
- ULRICH, R. a kol. 2000. Vliv rozsahu poškození na výskyt a intenzitu infekce dřevokaznými houbami, Studie MZe, MZLU v Brně, s. 1- 60.
- ULRICH, R. a kol. 2001. Kontrolní metody po probírkách provedených harvestorovou technologií, které jsou vhodné pro lesnickou praxi. Vyjádření škod na půdě a porostu : výzkumná zpráva. Brno: MZLU LDF, 18 s.
- ULRICH, R. a kol. 2006. Možnosti uplatnění sortimentních technologií ve správě LČR, s.p. LČR, s.p. Hradec Králové, MZLU v Brně. Brno, 350 s. ISBN 978-80-7375-051-0.
- ULRICH, R. – NERUDA, J. – VALENTA, J. 2003. Vliv podvozků těžebních strojů na podloží. Referát na IX. mezinárodním symposiu Use of film and video – computer techniques in agricultural research. Zakopané, Polsko, 12.-13.6.2003.
- ULRICH, R. – SCHLAGHAMERSKÝ, A. – ŠTOREK, V. 2003. Použití harvestorové technologie v probírkách. MZLU v Brně, 98 s. + CD, ISBN 80-7157-631-X
- ULRICH, R. - NERUDA, J. - KUPČÁK, V. - KNEIFL, M. - KLIMÁNEK, M. - VALENTA, J. - HÁNA, J. - MORAVEC, P. 2006. Možnosti uplatnění sortimentních technologií ve správě LČR, s.p., Výzkumná zpráva. Brno. 342 s.
- ULRICH, R. - VALENTA, J. 2006. Kriteria výběru porostů vhodných pro harvestorovou techniku. In Perspektivy vývoje ťažbovo-dopravného procesu a využitia biomasy v lesnom hospodárstve. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, s. 277--281. ISBN 80-228-1661-2.
- ULRICH, R. – VAVŘÍČEK, D. 2013. Certifikovaná metodika ukazatelů a systému technologických

postupů v rámci těžební činnosti a udržitelného využívání lesních ekosystémů. MZe ČR, 45s.
Osvědčení č. 49166/2013-MZE-16222/M66.

OBSAH

1. ÚVOD	3
2. ZÁKLADNÍ ROZLIŠENÍ TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍCH STROJŮ A JEJICH HISTORICKÝ VÝVOJ	5
3. SORTIMENTNÍ TĚŽEBNÍ METODA JAKO VÝCHODISKO PRO NASAZENÍ TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍCH STROJŮ	10
4. KONSTRUKČNÍ CHARAKTERISTIKA SOUDOBÝCH TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍCH STROJŮ	12
4.1. Harvestory	12
4.1.1. Přenos hnací síly	14
4.1.2. Podvozek	16
4.1.3. Motorová část	22
4.1.4. Hydraulický jeřáb harvestoru	24
4.1.5. Harvestorová hlavice	25
4.1.6. Kabina	29
4.2. Vyvážecí traktory	31
4.3. Vyvážecí soupravy	37
4.4. Rozdíly a společné znaky vyvážecího traktoru a vyvážecí soupravy	39
4.5. Údržba těžebně-dopravních strojů	40
4.5.1. Ochrana životního prostředí	40
4.5.2. Údržba strojů	41
4.5.3. Provozní kapaliny	41
5. ŘÍDICÍ A MĚŘICÍ SYSTÉMY TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍCH STROJŮ	47
5.1. Řídicí systém	47
5.2. Měřicí systém	48
5.2.1. Automatické měření dříví harvestorovou hlavici	48
5.2.2. Ruční měření dříví, třídění a přejímka	50
5.2.3. Kalibrace měřicího systému	52
5.2.4. Přesnost měření měřicího systému harvestoru	53
5.3. Systémy sledování výkonnosti	54
5.4. Telematika	55
6. PLÁNOVÁNÍ TĚŽBY DŘÍVÍ TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍMI STROJI	59
6.1. Kritéria výběru porostů vhodných pro harvestorové technologie těžby	59
6.1.1. Členitost terénu	59
6.1.2. Únosnost podloží	59
6.1.3. Sklon terénu	60
6.1.4. Věk těženého porostu	61
6.1.5. Těžené dřeviny a jejich dimenze	61
6.2. Organizace a logistika krátkodobého plánování těžby dříví harvestory	62
6.2.1. Povinnosti zadavatele prací	62
6.2.2. Povinnosti provozovatele těžebně-dopravních strojů	63
6.2.3. Společné povinnosti zadavatele prací a provozovatele strojů	63
6.3. Zpřístupňování a rozčleňování porostů	67
6.3.1. Funkce dopravní spojnice	67
6.3.2. Zpřístupnění porostního nitra	67
6.3.3. Funkce technologická (technologický koridor)	68
6.3.4. Funkce orientační	68
6.3.5. Klasifikace lesní dopravní sítě z hlediska funkčního	69
6.3.6. Technologická příprava porostu (pracoviště)	72
6.3.7. Zásady pro budování zpřístupňovacího systému	73
6.3.8. Cíle zpřístupňovacího systému	73
6.3.9. Praktické poznatky	73
6.3.10. Metody zlepšení únosnosti linek na méně únosných podložích	77
6.4. Vyznačování těžebního zásahu	77

6.4.1. Vyznačování linek	77
6.4.2. Vyznačování stromů	78
6.5. Volba období těžby harvestory	78
6.6. Stanovení potřeby strojů a časová souslednost jejich nasazení	78
7. TĚŽBA A VYVÁŽENÍ DŘÍVÍ TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍMI STROJI	79
7.1. Zásady bezpečnosti práce	79
7.2. Organizace pracovní směny	81
7.3. Pracovní postupy s harvestorem	82
7.3.1. Kácení, odvětvování a krácení	83
7.3.2. Pracovní postupy při výchovné těžbě	84
7.3.3. Pracovní postupy při mýtní těžbě	87
7.3.4. Pracovní postupy při zpracování kalamit	87
7.4. Pracovní postupy s vyvážecím traktorem	95
7.4.1. Přínosy a nevýhody technologie soustředování dříví vyvážením	95
7.4.2. Přehled modelových technologií vyvážení dříví	96
7.4.3. Zahájení soustředování dříví	97
7.4.4. Sestavování nákladu a soustředování	98
7.4.5. Ukládání dříví na skládky na odvozním místě	100
7.5. Těžebně-dopravní stroje v horských podmínkách	101
7.5.1. Horské harvestory	101
7.5.2. Horské procesory	103
8. TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍ A VÝROBNÍ STROJE PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ TĚŽEBNÍHO ODPADU	108
8.1. Svazkování těžebního odpadu	109
8.2. Vyvážení těžebního odpadu	110
8.3. Štěpkování a drcení těžebního odpadu	110
9. VLIV PROVOZU TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍCH STROJŮ NA LESNÍ PROSTŘEDÍ	113
9.1. Působení hmotnosti těžebně-dopravních strojů na půdu	113
9.1.1. Teoretická východiska vzniku tlaků v půdě při pojezdu strojů	113
9.1.2. Kdy nastává ekologické poškození půdy?	114
9.1.3. Výsledky měření tlaků v půdě	116
9.2. Vliv pojezdového ústrojí na kořenové systémy stromů	119
9.3. Metody hodnocení míry vizuálně zjiřitelného poškození porostu po použití těžebně-dopravních strojů	121
9.3.1. Metody pro posuzování míry poškození porostu těžebně-dopravními stroji	121
9.3.2. Vliv počtu přejezdů strojů po vyvážecích linkách	127
9.3.3. Kritérium pro dovolené poškození půdy	127
9.3.4. Certifikovaná metodika kontrolní činnosti škod způsobených těžební činností	127
9.3.5. Možnosti modelování vzniku škod způsobených těžebním zásahem	128
10. METODIKA POROSTNÍ VÝCHOVY PRO STABILIZACI SMRKOVÝCH POROSTŮ	130
10.1. Modely výchovy ohrožovaných smrkových porostů	132
10.2. Porosty méně ohrožené abiotickými škodlivými činiteli	133
10.3. Porosty ohrožené abiotickými škodlivými činiteli	134
10.4. Smrkové porosty s opožděnou výchovou	134
10.5. Vliv rozčleňování porostů na změnu zásoby porostu	135
11. CHARAKTERISTIKA ODVOZNÍCH SOUPRAV PRO DŘÍVÍ VYROBENÉ TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍMI STROJI	137
11.1. Nástavby na nákladní automobily	137
11.2. Přípojná vozidla pro odvoz dlouhých i krátkých sortimentů dříví (přívěsy a návěsy)	137
11.3. Výrobci nástaveb a přívěsů pro odvoz dříví	139
12. FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KVALITATIVNÍ, VÝKONNOSTNÍ A EKONOMICKÉ VÝSLEDKY HARVESTOROVÝCH TECHNOLOGIÍ TĚŽBY DŘÍVÍ	140
12.1. Ekonomická efektivnost technologií	141
12.1.1. Kalkulační třídění nákladů a ceny výkonů	141

12.1.2. Náklady podle závislosti na objemu a změnách objemu výroby	143
12.1.3. Kalkulace cen dříví a tržeb	143
12.1.4. Analýzy nákladové a výnosové funkce	144
12.2. Průměrné náklady a ceny pracovních operací v jednotlivých technologiích	145
12.2.1. Vlastní náklady harvestorových technologií	149
12.2.2. Ekonomika provozu harvestorových technologií	150
12.2.3. Vliv těžební technologie a doby obrátky zásob dříví na výši finančních prostředků vázaných ve výrobě	151
12.3. Faktory výkonnosti harvestorových technologií těžby dříví	155
12.4. Právní rámec pro provoz harvestorových technologií	158
13. LITERATURA	160

Autoři: prof. Ing. Jindřich Neruda, CSc.
prof. Ing. Radomír Ulrich, CSc.
doc. Ing. Václav Kupčák, CSc.
doc. Ing. Marián Slodičák, CSc.
Ing. Tomáš Zemánek, Ph.D.

Název: **Harvestorové technologie lesní těžby**

Vydala: Mendelova univerzita v Brně

Tisk: netištěno, pouze elektronická verze

Rok vydání: 2022

Vydáno bez jazykové úpravy.

Počet stran: 166

Druhé, aktualizované vydání.

ISBN 978-80-7375-842-4

© prof. Ing. Jindřich Neruda, CSc. a kol., 2022