



Lesnická  
a dřevařská  
fakulta

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

# TECHNIKA A TECHNOLOGIE V LESNICTVÍ

## Díl druhý

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

2022

Mendelova  
univerzita  
v Brně



TechDrev  
Inovace technických a  
dřevařských disciplín  
pro vyšší  
konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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



# TECHNIKA A TECHNOLOGIE V LESNICTVÍ

## Díl druhý

Učební text pro předměty

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

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

## **Klíčová slova**

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

## **Autoři:**

Ing. et Ing. Jiří Kadlec, Ph.D.

doc. Ing. Radomír Klvač, Ph.D.

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

Ing. Pavel Nevrkla

prof. Ing. Vladimír Simanov, CSc.

doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.

Ing. Tomáš Zemánek, Ph.D.

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

Třetí, aktualizované vydání.

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

Lektorovali: prof. Ing. Valéria Messingerová, CSc., Technická univerzita vo Zvolene, Slovensko  
prof. dr hab. inž. Józef Walczyk dr h.c., Agricultural University of Cracow, Polsko

ISBN 978-80-7509-192-5 (díl druhý)

ISBN 978-80-7509-193-2 (oba díly)

## 14. DOPRAVA V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ

### 14.1. Systematika dopravy v lesním hospodářství

V lesním hospodářství rozumíme dopravou veškerý **transport osob, předmětů a materiálů** směrem ven z lesních porostů a zvenčí do lesních porostů. Podle prostředí, ve kterém probíhá, se doprava člení na pozemní, vzdušnou a vodní. **Dopravou dříví** je jeho přemísťování z místa těžby k místu zpracování. První etapu tohoto procesu, od místa pokácení stromu k odvozní cestě, označujeme jako **soustřed'ování dříví**, nebo **primární dopravu dříví**, a další etapu jako **odvoz (transport) dříví**, či **sekundární dopravu dříví**, při níž se dříví transportuje po komunikačních spojnicích k odběratelům.

#### Pozemní doprava je

- **silniční**
  - po veřejných komunikacích
  - po lesních komunikacích
- **kolejová**
  - po veřejných železnicích
  - po lesních železnicích
- **terénem**
  - neupraveným
  - částečně upraveným (po pomístně upravených přibližovacích nebo vyvážecích linkách)
  - po zvláštních konstrukcích (v historii gravitační spouštění ve žlabech, nyní přenosné prefabrikované korytové smyky).

#### Vzdušná doprava je realizována

- **lanovkami** (v pravém slova smyslu jen při dopravě dříví v tzv. plném závěsu – bez kontaktu nákladu s terénem)
- **vrtulníky**
- **balóny**
- **vzducholoděmi.**

#### Vodní doprava je realizována

- **volným plavením** po přirozených tocích, kanálech a vodních nádržích
- **plavením kusového dříví ve vodních smycích**
- **plavením ve svazcích** (vorech) po přirozených tocích, kanálech a vodních nádržích
- **doprava loděmi** po přirozených tocích, kanálech, vodních nádržích, mořích.

Jen při použití vodních smyků se jedná o soustřed'ování dříví – všechny ostatní případy jsou sekundární dopravou dříví po vodě.

Podle **smyslu** dopravy dříví rozlišujeme ve svažitém terénu dopravu **po svahu (gravitační)** a **proti svahu (antigravitační)**.

Doprava má být výkonná, rychlá, bezpečná, bežeškodná a levná. Pro splnění těchto požadavků se vytvářejí **dopravní systémy**, ve kterých mohou být způsoby dopravy kombinovány (silniční se železniční, silniční s vodní, atd.). V takových případech jde o **dopravu lomenou (modální)**. Složkami dopravních systémů jsou dopravní prostředky, komunikační (dopravní) sítě a technologie dopravy. Tyto složky se vzájemně ovlivňují, jak lze dokumentovat na změnách v dopravě dříví v ČR po roce 1992. Do té doby převládající poptávka po dříví v odvozních délkách se změnila na poptávku po krácených výřezech. To vyvolalo změnu skladby dopravních prostředků (v odvozních soupravách byly polopřívěsy nahrazeny přívěsy nebo návěsy), v technologiích dopravy (změnila se technika nakládání a skládání dříví), i změnu v dimenzování lesních komunikací – poloměry zatáček mohou být pro vozidla odvázející krácené výřezy menší (ale také nemusejí – při použití rozměrných vozidel tzv. kamionové přepravy), ale únosnost skládek a vozovek lesních cest je vzhledem k požadavku na celoroční odvoz potřeba zvýšit).



## 14.2. Lesní dopravní síť

Pro pozemní transport dříví jsou nezbytné stavby a zařízení tvořící integrovanou komunikační síť, v českém lesnictví označovanou jako **lesní dopravní síť (LDS)**: odvozní cesty, svážnice, přibližovací (vyvážecí) a vyklizovací linky. Z převažující funkce a míry technických úprav vyplývá hierarchie jejich významu, a proto hovoříme o síti **primérní** (odvozní cesty), **sekundérní** (svážnice), **terciérní** (přibližovací linky) a **kvartérní** (vyklizovací linky). LDS je tedy soubor cest a linek, zabezpečující plnění hospodářských opatření v pěstování a ochraně lesů, těžbě a dopravě dříví, i dopravu předmětů a osob na pracoviště v lese a zpět. Není to soubor statický, ale měnící se s vývojem technologií lesnických činností, i se změnami představ o funkcích lesů (krajiny). LDS většinou chápeme v pojetí českého lesnictví, neboť ve světovém měřítku je pojem lesní dopravní síť mnohem širší – mimo pozemních komunikací zahrnuje i splavné toky, umělé vodní kanály, lesní železnice a polní letiště.

LDS tvoří pruhy odhumusované a zhutněné půdy, na kterých neprobíhá infiltrace srážkové vody, ale její zrychlený odtok, který může mít za následek erodování a splachování půdy z nich i okolí. Funkční dopravní systém by se měl vyznačovat jak minimální erozí na lesních cestách, tak i minimální erozí vyvolanou transportem dříví mimo ně. To vyžaduje optimalizaci hustoty LDS, vhodné zastoupení jednotlivých úrovní LDS, a optimální skladbu transportních prostředků (odvozních i přibližovacích).

**Hustota LDS** se vyjadřuje v bm/ha, a dokumentuje míru zpřístupnění lesa pro pozemní transport. V rovinatých terénech postačuje řidší, ve sklonitých terénech musí být hustší. Aby nedošlo při porovnávání hustoty LDS na různých hospodářských celcích k nedorozumění, je třeba uvádět, o kterou úroveň LDS jde. Může se totiž jednat o hustotu trvale sjízdných komunikací včetně veřejných komunikací, o hustotu všech odvozních cest, nebo o hustotu odvozních cest a svážnic.

	Cesty trvale sjízdné	LDS celkem
Roviny	10	100
Pahorkatiny	12	100
Hory	15-22	120

Tab. 14.1. Doporučené hustoty lesní dopravní sítě v bm/ha

**LDS plní funkce dopravní spojnice, zpřístupnění porostního nitra, technologického koridoru a funkce orientační.** Funkci **dopravní spojnice** mají hlavně veřejné komunikace (u nichž však nebývá povoleno skládkování dříví), spojující zájmové body nejkratší cestou, např. mostem, či tunelem. U lesních komunikací není nejkratší spojení hlavním cílem, naopak, čím delší je průchod komunikace porostem, tím širší je možnost technologického napojení porostu na komunikaci. Jako dopravní spojnice se lesní komunikace proto budují jen výjimečně, pokud je to účelné vzhledem k chybějícím komunikacím veřejným. Přímé vedení lesních cest nemá technologický význam a svádí k překračování návrhové rychlosti, stanovené pro danou komunikaci.

Míra technických opatření pro zajištění funkce **zpřístupnění porostního nitra** závisí na základní filosofii technologií těžební činnosti. V Evropě existují dva technologické směry, z nichž **skandinávský technologický směr**, považující těžební činnost za určující, lze charakterizovat tak, že těžební stroj musí mít podvozek schopný pohybu neupraveným terénem (i za cenu vyšší pořizovací ceny), ale v důsledku toho postačí vybudovat jen síť odvozních cest (primér). **Středoevropský technologický směr** lze charakterizovat zahuštěním komunikační sítě nižšími úrovněmi (sekundér, terciér, kvartér), kdy lze použít levnější těžební stroje bez terénních podvozků. Tato filozofie vychází z potřeby sladit způsob obnovy s bežeškodným soustředěním dříví, což klade na lesního hospodáře vysoké požadavky, protože jde o snad nejobtížnější rozhodovací proces, ovlivňující budoucnost porostu po celou dobu obmýtí. Síť přibližovacích linek musí být řešena tak, aby postup obnovy umožňoval plynulý pohyb vytěženého dříví – směrové kácení, vyklizování, přibližování a skládkování musí probíhat souhlasně se směrem obnovy, aby nedocházelo k narušování pohybu dříví porostem, ani k ohrožení průběhu obnovy těžební činností, bořivým větrem, námrazou, suchem atd. Podle sklonu a expozice terénu se přizpůsobuje síť přibližovacích linek obnovnímu postupu, nebo naopak. Vzhledem k velkému výběru obnovních způsobů lze v každém případě uspokojivě vyřešit polohu pracovních polí v souladu s požadavky soustředěování dříví. Obtíže lze očekávat, když jsou porosty nepřipravené výchovou pro obnovu, s rizikem rozvrácení porostů sněhem a větrem, i když je systém zpřístupnění navržen sebedůmyslněji.

Pro zvýšení produktivity práce a snížení rizika škod na lesních ekosystémech je účelné přenést některé operace z lesních porostů na LDS (odvětňování a zkracování dříví procesory a harvestory, štěpkování, atd.). Pokud na LDS probíhají i jiné, než transportní operace, plní LDS funkci **technologického koridoru**.

LDS plní i funkci **orientační a rozčleňovací**. Odvozní cesty se využívají jako hranice trvalého rozdělení lesa, majetku a užívání. V prořezávkách rozčleňují přibližovací linky porost na pracovní pole a v dalším zásahu zpřístupňují porostní nitro, a při vyznačování těžeb umožňuje LDS orientaci v porostu a tím i kvalitní těžební zásah. Obdobně to platí i pro ochranu lesa, hnojení, atd.

### 14.3. Funkční úrovně lesní dopravní sítě

#### Primér

Za primérní síť považujeme lesní odvozní cesty, charakterizované v lesnických materiálech (OPRL, lesní hospodářské plány, plány péče, generely lesní dopravní sítě, atd.) třídou cesty 1 L, 2 L.

- **odvozní cesty 1 L** (celoroční provoz)
- **odvozní cesty 2 L** (sezonní provoz).

Třída komunikace	1 L	2 L
Min. šířka koruny	4 m	
Max. podélný sklon	10 – 12 %	
Min. poloměr směrových oblouků	15 m	
Druh povrchu	Bezprašná vozovka	Zpevněný jízdní pruh
Účel použití	Celoroční provoz	Sezonní provoz

Tab. 14.2. Charakteristika lesních cest

#### Sekundér

Sekundér je síť traktorových přibližovacích cest třídy S (svážnic), odhumusovaných zemních pruhů s parametry odvozní cesty, sloužící k vlečení (vyvážení) dříví na delší vzdálenosti k odvozní cestě, a použitelných za příznivých podmínek pro odvoz. Jedná se o zemní komunikace, pomístně zpevněné a odvodněné, případně vybavené i propustky a mostky. Z hlediska technologického u nich převládá úloha dopravní spojnice nad zpřístupněním porostního nitra, a budujeme je v rozsáhlých územích bez dostatečné sítě odvozních cest, kde řeší rychlý transport na delší vzdálenosti.

#### Terciér

- **přibližovací linky a pera** (neprůjezdné – slepé přibližovací linky, do kterých je nutné couvat)
- **vyvážecí linky** (obr. 14.6.)
- **trasy lanovek**.

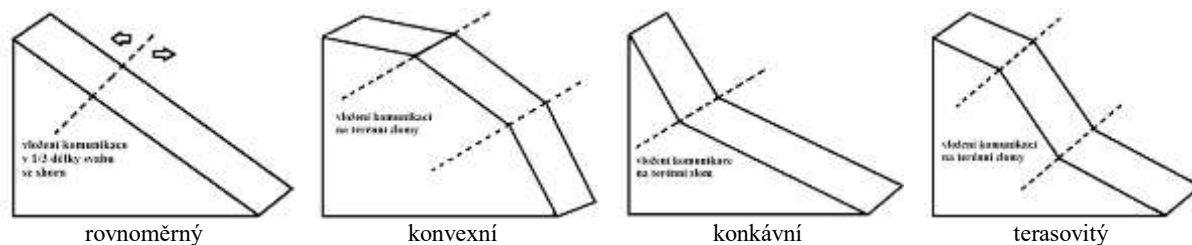
#### Kvartér

Za kvartér považujeme síť vyklizovacích linek, sloužících k vyklizení dříví z porostu na přibližovací linku (ručním snášením, lanem navijáku, vytažením pod nosné lano lanovky, koněm). **Vyklizovací linky** jsou zpravidla jen přirozenými mezerami mezi stromy, rozšířenými na šířku max. 1,5 m úrovnovým kácením. Úhel vyústění vyklizovacích linek na linky přibližovací závisí na technologii a délce vyklizovaného dříví. Musí být tím ostřejší, čím delší dříví je vyklizováno a čím blíže přibližovací lince leží. Síť vyklizovacích linek není trvalá, a s výjimkou koně neslouží k pohybu dopravních prostředků. Ovšem až tyto vyklizovací linky zpřístupňují porostní nitro, a bez nich by nebyl dopravní systém plně funkční.

### 14.4. Hlavní zásady zpřístupňování porostů

Podle **vkládání tras lesních cest do terénu** rozlišujeme cesty **údolní, svahové (etážové) a hřebenové**, přičemž trasování závisí na typu terénu a používané technologii soustředování dříví. Dřívější výstavba údolních cest u paty svahu byla důvodná, neboť údolní cesty podchycovaly největší možné území v době, kdy bylo soustředování dříví limitováno gravitační složkou dopravovaného dříví. Přibližování proti svahu nebylo možné buď vůbec, nebo bylo namáhavé, pracné a nákladné. U novějších technologií vzrůstá význam etážových a hřebenových cest. Případná námitka, že přibližování proti svahu může prodloužit odvozní vzdálenost, není tak zásadní, protože odvoz je asi

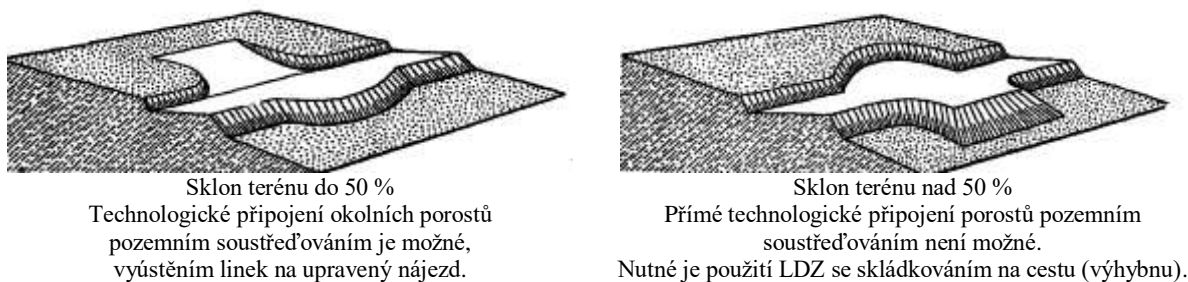
20x levnější než přibližování. Etážové a hřebenové cesty netrpí erozí a podmáčením tak, jako cesty vedené v údolích, a vedení cesty ve svahu omezuje podélné přesuny zeminy a snížením počtu objektů (mosty, propustky) snižuje náklady na výstavbu cesty. Propustnost půd ve vyšších polohách, vysoušení cest větrem, přístup slunce, nižší hladina spodní vody a menší sběrná oblast srážek způsobují rychlejší vysychání těchto cest než cest v údolích. Proto všude tam, kde nejsme nuceni jinými okolnostmi vést cestu v nejnižších polohách, preferujeme svahové cesty s příčným profilem s vyrovnanou bilancí zeminy odtěžené z výkopu a příčně přesunuté do náspu.



Obr. 14.1. Modelové vkládání komunikací do různých typů terénu

V terénu s rovnoměrným sklonem se komunikace vkládá do 1/3 délky svahu se shora, protože vytahování lana navijáku proti kopci je podstatně obtížnější, než jeho zatahování s kopce dolů, a v lanokových terénech je jednodušší soustředování proti kopci, než po svahu. U ostatních typů terénu se komunikace vkládají na terénní zlomy, aby komunikace tvořila **dopravní předěl** – např. v mírném sklonu oblast traktorového soustředování dříví, ve větším sklonu oblast lanokového soustředování.

Často bylo při stavbě lesních komunikací použito velkých přesunů hmot, a výška násypů a zářezů, případně i použití opěrných zdí komplikují technologické připojení okolních porostů ke komunikaci pozemním transportem – nájezdy z porostu na komunikaci a trvalé skládky jsou technicky neřešitelné. K těmto případům dochází, když je vlivem opojení z technických možností těžkých dozerů ignorována zásada kopírování terénu, nebo když je komunikace vedena vrstevnicově ve svahu se sklonem nad 50 %. Technologické připojení je pak možné pouze při použití LDZ a skládkování dříví na cestu (výhybnu, točnu). K šetrnému vkládání komunikací do terénu přispívá použití lehkých dozerů a výstavba komunikací s použitím bagrů (jen s příčným přesunem zeminy ze zářezu do náspu). Pokud se velkým zářezům a násypům, které jsou východiskem eroze, nelze vyhnout, měly by být technicky zabezpečené (opěrnou zdí, geotextílií, biotechnicky – ozeleněním).



Obr. 14.2. Technologické připojení porostů ke komunikaci

Podélný spád lesních cest je přijatelný v rozpětí 4 - 15 % (v létě až 20 %; v zimě do 12 %), ale v ČR to norma nepřipouští (max. možných je 12 %, viz tab. 14.2.). Lesní komunikace s nadlimitními sklony (běžné v Rakousku a Itálii) neumožňují dopravu dříví v celých délkách, protože jsou u nich použity i menší poloměry směrových oblouků (až 10 m). Odvází se proto jen krátké výřezy, a jen za dobrých adhezních podmínek v létě. Nulový spád cest je zcela nevhodný, protože je cesta hůře odvodňována a tím způsobována dlouhodobá neprůjezdnost komunikace jejím zbahňováním po deštích a po jarním tání. Dodatečná dílčí náprava u existujících cest s malým podélným spádem je možná jen vytvořením výrazného střežovitého profilu koruny. Při podélném sklonu komunikace nad 6 % je odvodnění příčným sklonem koruny neúčinné, protože u tekoucí vody převládá gravitační složka podélná proti příčné. Proto je nezbytností dokonalé odvodnění koruny **svodnicemi a propustky** a odvedení vody do zásaku (alespoň do kamenného záhozu!). Při důsledném odvedení vody z koruny do zásaku nemusí být nutné podélné odvodňovací příkopy, čímž se sníží plocha pro těleso komunikace.



Podélný spád cesty	hory, nezalesněné území roční srážky 1 200 -1 400 mm					hory, zalesněné území roční srážky 800 -1 000 mm				
	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
Vzdálenost svodnic v m	38	34	30	27	24	58	51	45	40	35

Tab. 14.3. Doporučené rozestupy svodnic

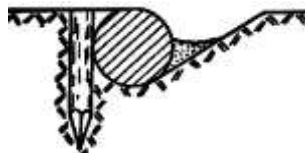
Nejdokonalější svodnice jsou z ocelového plechu s min. tloušťkou 4 mm (*Viaqua forest*), ale protože jsou často zcizovány, používají se i dřevěné svodnice různého provedení. Na svážnicích, po kterých se pohybují jen traktory, lze použít jednodušší jednostranné svodnice, nebo odvodnění kynetou (příčným žlábkem), neboť terénní prostředek je snadno překoná. Všechny typy svodnic vyžadují pravidelné čištění (zejména po přívalových deštích), jinak jsou neúčinné!



Kovová svodnice



Dřevěná svodnice



Jednostranná svodnice pro svážnici

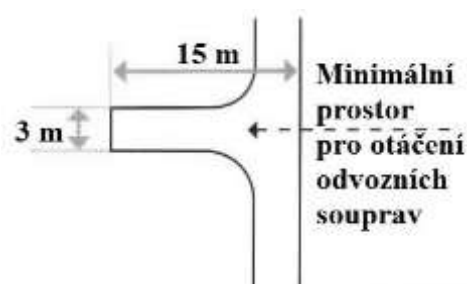


Kyneta na svážnici

Obr. 14.3. Odvodnění lesních komunikací

V blízkosti cest se vytváří nové klimatické, půdní a porostní podmínky. Porost se otevírá proudění vzduchu, zvyšuje se transpirace, mění se vlhkostní poměry v zářezových a násypových svazích, i světlostní poměry a tím skladba bylin, podél komunikace proniká do porostů ruderální vegetace, na okrajových stromech dochází ke korní spále, stromy s kořenovým systémem narušeným stavbou komunikace snáze podléhají škůdcům. To vše hovoří pro to, aby se cestní síť co nejvíce přimykala k terénu, byly minimalizovány trhací práce, přesuny zemin byly co nejmenší a stavba byla prováděna co nejšetrnější technologií. Také je třeba přehodnotit míru zpevnění lesních cest. Neúměrné požadavky na zpevnění odvozních cest vycházely z úvahy, že odvoz musí být realizovatelný za všech okolností, a že doprava po lesních komunikacích musí být stejně rychlá jako po veřejných. V průběhu vývoje těžebních technologií se prokázalo, že zpevněná komunikace může být i na závalu, protože vytváří nedotknutelný dopravní předěl, a při použití komunikace jako technologického koridoru, dochází k nevyhnutelnému poškození zpevněných cest, které je u živých povrchů obtížně opravitelné. Pozvolna se prosazuje názor, že při sezónnosti odvozu jsou vhodnější finančně méně nákladné zemní cesty (s trojúhelníkovými podélnými odvodňovacími příkopy), u kterých je poškození povrchu těžebně-dopravním procesem opravitelné reprofilací koruny grejdrem, s případným zhutněním vibračním válcem. Snížením návrhových rychlostí (společně se sezónností odvozu) pak lze docílit i skromnějších 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. Pro pomístné reprofilace zemních cest a úpravy nájezdů, jsou z důvodů jejich mobility vhodné kolové dozery, a při výstavbě cest se lze setkat i s technologií předrcovačů, tj. s navezením netříděného kameniva na zemní pláň, a drcením kameniva na místě.

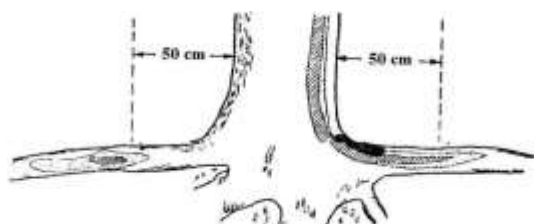
Rozpor mezi požadavkem na odvoz dříví za jakýchkoliv povětrnostních podmínek a požadavkem na nepřiliš hustou síť zpevněných cest, lze řešit vyvážením dříví po svážnicích až na terminály – zpevněná odvozní místa u celoročně sjízdných odvozních cest. Tento trend bude podpořen i stálým zvyšováním užitečné hmotnosti odvozních souprav, pro které je ekonomicky nemožné dimenzovat všechny odvozní cesty. Volba míst **trvalých skládek (OM)** se tak stává kardinálním problémem, neboť jejich lokalizace musí vyhovět zvolené těžební technologii i požadavkům externích odvozních firem, a to při zachování bezpečnosti práce. Přibližně dříví by mělo být přístupné pro nakládání, aniž by bylo nutné přerušit přibližování dříví, dříví na skládkách musí být uloženo tak, aby je bylo možno naložit zařízením dopravce (hydraulický jeřáb, naviják, nakladač), a kromě toho musí prostor skládky umožňovat příjezd a odjezd vozidel i jejich otáčení a vyhýbání. (Vhodné je plánovat minimální výši těžebního zásahu gravitujícího k jednomu odvoznímu místu shodnou s užitečnou hmotností odvozní soupravy).



Obr. 14.4. Úprava minimálního prostoru pro otáčení vozidel

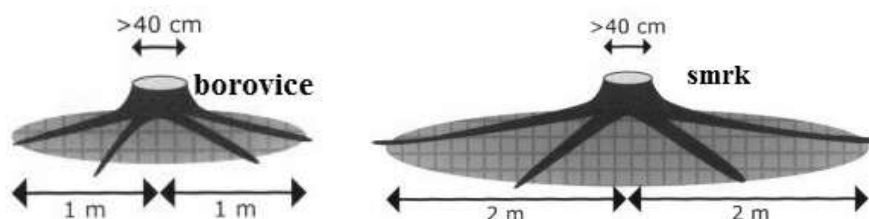
Samostatnou problematikou je dočasné zpevnění cest a svážnic, pro které lze použít mobilní rošty s nosnými prvky tvořenými plastovými trubkami, dřevěnou kulatinou, apod., spojenými ocelovými nebo plastovými lany. Pro dočasné zpevnění lze dále použít plastové panely či navezení koberce ze štěpek, případně kůry. Nadějným způsobem dočasného zpřístupňování těžebních ploch v extenzivních těžbách je právě navršení koberců ze štěpek získaných na místě těžby, které jsou v průběhu těžby reprofilovány a doplňovány, a po ukončení těžebního cyklu jsou rozhrnuty (nebo trhavinou rozptýleny) do okolí k přirozené dekompozici.

Zásady pro **trasování přibližovacích (vyvážecích) linek** jsou: **šířka pracovního pole** musí odpovídat bočnímu dosahu technologie. Obvykle proto bývá 20-40 m, jen výjimečně více. Pro omezení dopravní eroze se při zpřístupňování svahů pro traktorové soustřeďování vkládají linky šikmo svahem, proti směru klesání údolí. Podélný i příčný sklon linek musí odpovídat používaným prostředkům a jejich povrch musí být po ukončení přibližování dříví sanován tak, aby nemohly být východiskem vodní eroze. Z důvodů rizika eroze se nedoporučuje přibližování dříví vlečením traktorem proti kopci o sklonu větším než 10-12 %. **Šířka linky** bývá 3,0-4,5 m, pro koně a UKT postačuje užší, pro SLKT, vyvážecí a stroje užívající přibližovací linku jako technologický koridor (procesory, štěpkovače) musí být širší (linka široká 3,5 m nenarušuje zápoj porostu ani v předmýtních porostech). Je-li poškozena kůra stromu soustřeďovaným dřívím nebo jsou poškozeny jeho kořeny blíže než 50 cm od povrchu kmene, mívá to za následek vznik povrchové hniloby stromu. Šířka linky by se měla rovnat šířce prostředku zvětšené o 0,5 m na každou stranu (u vyvážeců až o 1 m na každou stranu, protože se každý výřez vyklizeného k lince povytahuje o 0,5 m do linky). V obloucích je nutno počítat s rozšířením linek (u délky dříví 15 m až na 7 m šířky, při soustřeďování dříví délky 20 m až na šířku 13 m), a linku je třeba rozšířit i v místech, kde dochází k příčnému náklonu prostředku. Přílišná úzkostlivost při volbě šířky linky je na závalu. Povrch linek nebývá s výjimkou úrovněného vykácení upravován. Možné jsou pomístné zemní úpravy bez plošného odhumusování (nájezdy na cestu, úprava příčného sklonu, odstranění balvanů či pařezů atd.), pomístné zpevnění linky (např. úseku, na kterém se odvětvuje protahovacím strojem) a odvodnění příčnými rýhami.



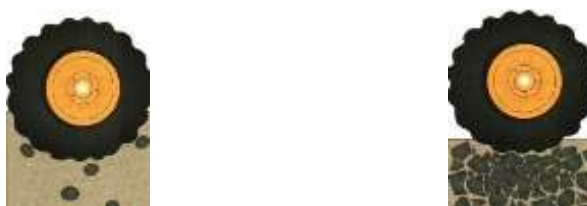
Obr. 14.5. Od stojících stromů by měl být zachován odstup min. 50 cm, jinak je vysoké riziko hnilob

Povrchové kořeny výrazně zvyšují zatížitelnost terénu, ale této výhody lze využít jen v mýtních, plošných těžbách, ve kterých je u borovice dostatečná únosnost půdy až do vzdálenosti 1 m od kmene, a do 2 m u smrku. Ve výchovných a selektivních těžbách je nutné naopak dbát na to, aby povrchové kořeny nebyly poškozeny (bočním odstupem stroje od stromů, krytím klestem).



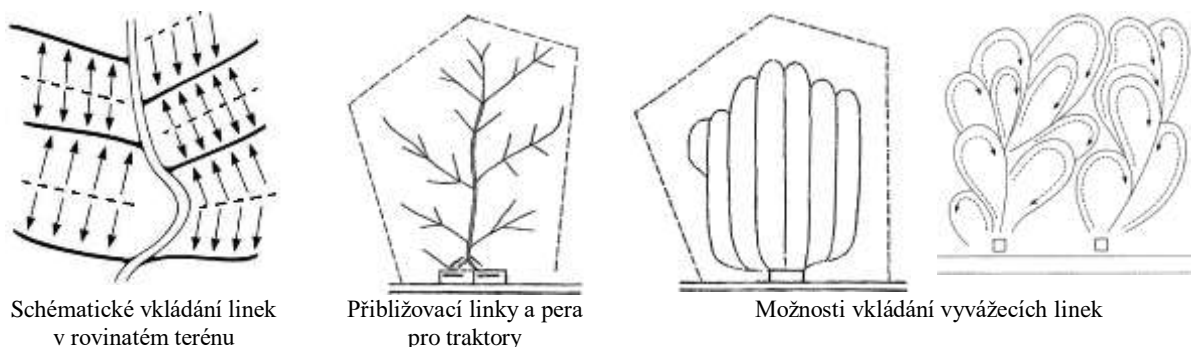
Obr. 14.6. Oblast dostatečné únosnosti půdy v blízkosti stromů myšlných dimenzí

Únosnost půdy se může v závislosti na mikroreliefu a půdních podmínkách výrazně měnit i na velmi krátkých vzdálenostech. Zejména v nivách řek vyžaduje vkládání linek využití i malých vyvýšenin terénu (místně nazývaných hrůdy) a znalost míst, kde byly v minulosti šterkové náplavy. I malý podíl skeletu totiž výrazně zvyšuje únosnost půdy. Při vkládání linek do terénu se lze obejít bez penetrometru, a lze využít znalosti stanovištních rostlin. Např. blatouch a suchopýr signalizují zamokřené, neúnosné půdy, naopak např. borůvka či vřes signalizují půdy suché, s dostatečnou únosností.



Obr. 14.7. Vyšší podíl skeletu zvyšuje únosnost půdy a snižuje boření strojů

O tom, ke které ze sousedních přibližovacích linek bude dříví vyklizováno, rozhoduje **transportní hranice (dopravní předěl)**, v členitých terénech dopravní překážka, v terénech příznivých myšlená hranice v poloviční vzdálenosti mezi linkami. V rovinném terénu do sklonu 10 % je možné trasovat linky všemi směry a dopravní předěl vkládat schematicky. Při sklonu terénu nad 10 % je vhodné trasování po spádnicí, protože spádnice nemá sběrné území pro přívalovou vodu a je tak nejméně rizikové z hlediska eroze. Rozložení počtu jízd traktoru na větší počet linek snižuje riziko narušení jejich povrchu a nebezpečí ztuhnutí půdy, optimální rozestup je 30 m. Zpřístupňování porostů se sklonem větším než 30 % je vhodné pouze pro LDZ. Zpřístupnění pro traktory je sice možné, ale výstavbou svážnic. Při rozestupu svážnic 60 m dosáhne hustota LDS 160 m/ha, což je nepříznivé z hlediska ztrát lesní půdy, potřeby odvodnění svážnic, narušení retenční schopnosti lesní půdy a rizika eroze.



Obr. 14.8. Příklady vkládání přibližovacích a vyvážecích linek do terénu

### 14.5. Technologická příprava porostů

Před zahájením těžby dříví je nezbytné provést technologickou přípravu porostu (pracoviště), což je:

- stanovení dopravních předělů v terénu (podle terénu a technologie)
- rozčlenění porostu přibližovacími (vyvážecími) 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, počtu dřevin a sortimentů)
- stanovení směru těžby, soustředování i odvozu dříví.



Technologická příprava porostu musí být provedena včas, a v přímé vazbě na zvolenou technologii, protože příprava pracoviště pro určitou technologii může jiné technologii vyhovovat jen kompromisně, ale může být pro ni i zcela nevyhovující. Zpřístupnění porostů je základním předpokladem jejich managementu. Hlavní cíl zpřístupnění je v omezení nepříznivých podmínek pro soustředování dříví, vyplývajících z hustoty porostu, požadavku na selektivnost zásahu, a v předmýtních těžbách i z nízké hmotnosti těžených stromů. Současně je třeba zdůraznit, že pro bezeškodné a ekonomické soustředování dříví má význam i jeho příprava před vyklizováním, spočívající ve směrovém kácení, krácení kmenů před vyklizováním či snášení rovného dříví a tyčí.

**Vložení sítě přibližovacích linek** do porostu ovlivňují

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

**Cílem zpřístupnění je**

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

### **Praktická řešení problémů**

V případě, že je odvozní cesta lemována vysokým výkopem či náspem, znemožňujícím technologické připojení porostu, vedeme rovnoběžně s cestou sběrnou přibližovací linku, kterou ve vhodném místě vyústíme na odvozní cestu.

Síť dřívějších potažních cest bývá použitelná jen v případech, kdy svými parametry vyhovuje soudobým technologiím. To bývá zpravidla jen v rovinách. V horách bývá vhodnější starou síť zcela opustit. Totéž platí pro úvozové cesty, zahloubené pod úroveň okolního terénu.

Při zpřístupňování bereme v úvahu větší komplex než jen porost, ve kterém budeme těžit. Vazba na zpřístupnění sousedních porostů je vhodná, zejména pokud mají shodný směr přibližování a stejné odvozní místo.

Zatravnit lze jen cesty používané občas pro lehký provoz. Větší zátěž takové protierozní opatření nevydrží.

Při vkládání přibližovacích (vyvážecích) linek je nutné bedlivě sledovat mikroreliéf. Celkový sklon terénu zjištěný z mapy, sice může být bezpečný, avšak kritická místa mohou bezpečný sklon překročit! Taková místa je nejlépe obejít a zpřístupnit je 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 kraji nesjízdného terénu a řešení vnitřku území vyklizovacími linkami v kombinaci s technologickými prostředky (vyklizování lanem, kombinované přibližování, prodloužené ruční snášení). Vzdálenost vyklizování v těchto případech může přesáhnout obvyklou délku, kterou je 2-3násobná délka vyklizovaného stromu.

Pokud je sklon terénu v rozmezí příčné stability prostředku, rozhodují o vložení linek jiná kritéria. Při sklonech nad hranici příčné stability prostředků vedeme linky jen po spádnici.

Linky, vložené 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 jiné. Největší pozornost je v tohoto pohledu nutné věnovat harvesterům a vyvážecím traktorům.

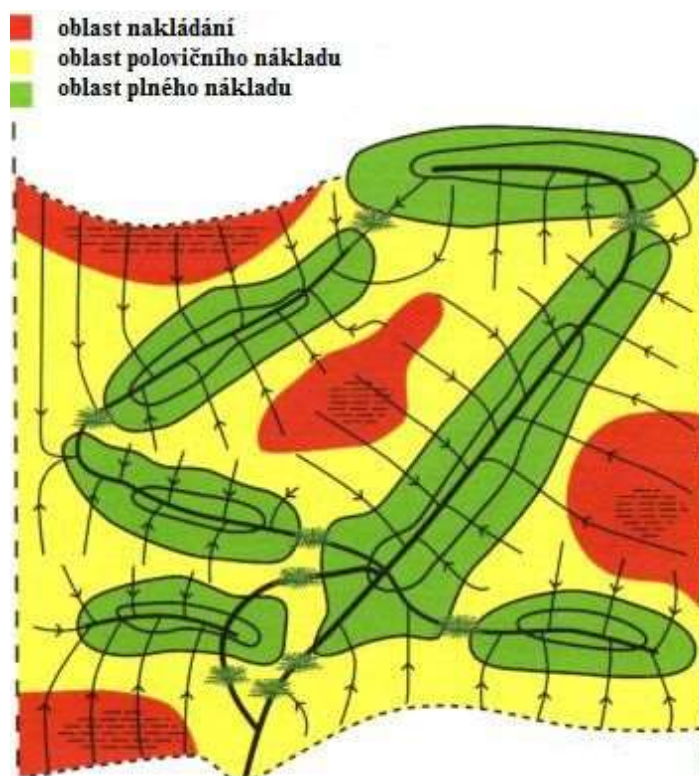
Síť linek pro vyvážecí traktory a soupravy musí být propojena spojovacími linkami, protože couvání vyvážecích traktorů a zvláště vyvážecích souprav do linek je obtížné až nemožné.

Nestejná únosnost terénu, a podélný a příčný sklon linek zpravidla neumožňují, aby mohly vyvážče operovat bez omezení na všech linkách a jejich částech. Před zahájením prací by si měl operátor pracoviště projít, a ujasnit si (raději zakreslit do technologické karty), které části linek umožní jen počáteční nakládání, kde bude možné jezdit s polovičním nákladem, a které části snesou plný provoz. Případně by měl o takové „typizaci linek“ rozhodnout řídicí pracovník.

Mezer v porostu (prolomený zápoj) využíváme pro vedení linek, jen pokud odpovídají našim záměrům. Snaha vyhýbat se nadějným stromům 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 i vyšší poškození porostu přibližováním a vyvážením.

Při rozčleňování a zpřístupňování nejmladších porostů lze doporučit schematické vedení linek všude tam, kde to terénní podmínky dovolí. Přímočaré vedení linek také nejlépe vyhovuje technologiím s víceoperačními těžebně-dopravními stroji.

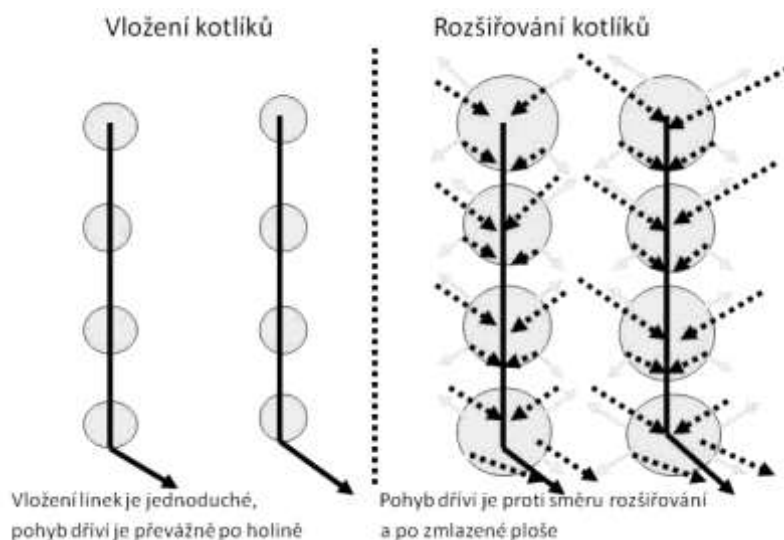
Vzhledem k tomu, že systém zpřístupnění porostu zůstane zachován až do mýtního věku, je třeba počítat i s jeho využitím pro technologie teprve se rozvíjející. Parametry LDS proto volíme tak, aby vyhověly i technologiím budoucím, nebo aby jim mohly být v budoucnu přizpůsobeny. Je naprosto nepřijatelné, aby byl porost několikrát za obmýti zpřístupňován vždy pro jinou technologii, kterou má shodou okolností právě hospodařící lesnický subjekt k dispozici!



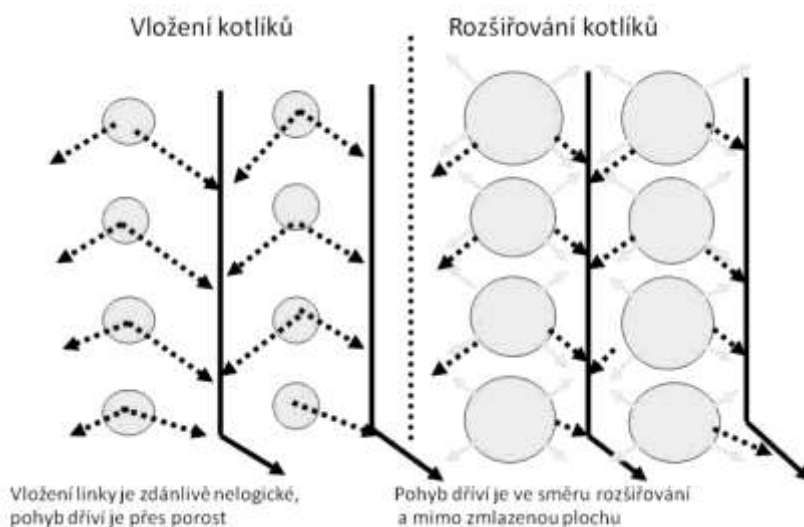
Obr. 14.9. Technologická karta – zakres „kategorie“ tras vyvážče podle sklonu a únosnosti linek

Zpřístupnění probírkových porostů je základním předpokladem pro realizaci jakékoliv těžební technologie. Zdánlivě méně logický je požadavek na zpřístupnění nejmladších porostů, ve kterých zůstává vytěžené dříví nevyužito. Pohyb pracovníků a strojů, i organizační a kontrolní důvody však vyžadují, aby i tyto porosty byly zpřístupněny. Síť linek má sice některé odlišnosti (linky jsou užší, a jejich hustota je vyšší), ale jejich vedení a orientace musí být v souladu s budoucími požadavky předmýtních těžeb. Při obnově lesa lze již při zakládání porostu vytvořit zpřístupňovací síť, a to vhodně voleným směrem řad a sponem dát předpoklad pro vytvoření přibližovacích linek ve vhodném směru schematickým vytěžením jedné či více řad stromků.

Při vyznačování kotlíků je relativně častou chybou, že lesní hospodář podlehne iluzi, že nejméně naruší porost, pokud vyznačené kotlíky propojí linkou. Při prvním zásahu tomu tak je, ale při rozšiřování kotlíků se dříví soustřeďuje přes kotlíky, tedy proti směru obnovy. Vhodné je vedení linek mezi řadou kotlíků, protože potom je směr vyklizování dříví sousledný se směrem obnovy a k narušování zmlazení nedochází.



Obr. 14.10. Nevhodné zpřístupnění kotlíků



Obr. 14.11. Vhodné zpřístupnění kotlíků

Součástí technologické přípravy pracoviště je i **technická příprava pracoviště**, představující nezbytné technické úpravy pracoviště před započítím vlastních těžebních prací, např. pomístné zpevnění povrchu linek, upravení nájezdů z linek na skládky, přemostění povrchových odvodňovacích příkopů atd.

Na větších lesních majetcích je vhodné svěřit navrhování a vytyčování zpřístupňovacích systémů jedinému vybranému pracovníkovi, který má 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 rukou je zárukou, že celé území bude zpracováno jednotně. Přenesení úkolu zpřístupňování na široký okruh technických zaměstnanců nevede k nejlepším výsledkům.



## 15. SOUSTŘEĐOVÁNÍ DŘÍVÍ POZEMNÍ

### 15.1. Systematika soustřeďování dříví

Každý způsob soustřeďování dříví je charakterizován určitou úrovní produktivity, kultury, hygieny a bezpečnosti práce, kdy třídícím znakem je podíl ruční a animální práce, podle kterého rozlišujeme

- **manuální soustřeďování dříví**
- **gravitační soustřeďování dříví**
- **animální soustřeďování dříví**
- **mechanizované soustřeďování dříví**
- **komplexně mechanizované (bezúvazkové) soustřeďování dříví**, realizované bez dotyku lidské ruky s použitím vyvážecích souprav a vyvážecích traktorů (forwarderů) – náklad se sestavuje hydraulickým jeřábem opatřeným drapákem, nebo s použitím traktorů s klešťovými závěsy
- **částečně mechanizované (úvazkové)**, s podílem fyzické práce při zatahování lana navijáku do porostu a vázání úvazků.

Podle prostředí ve kterém se soustřeďování realizuje, rozlišujeme

**pozemní soustřeďování dříví**, které lze rozdělit na soustřeďování

- **vynášením**, resp. snášením, kdy je dříví dopravováno bez kontaktu s půdním povrchem
- **vlečením**, resp. smýkáním po půdním povrchu, včetně dopravy dříví v polozávěsu a polonávěsu (vyvážecí soupravy a traktory se svěrným oplenem – klembankem)
- **vyvážením**, kdy náklad spočívá zcela na transportním prostředku.

**vzdušnou dopravu (soustřeďování) dříví**

- vrtulníky
- balóny a vzducholodmi
- lanovými dopravními zařízeními (jen v případě dopravy břemen v plném vertikálním či horizontálním závěsu – při dopravě dříví na lanovce v polozávěsu se jedná o vlečení dříví po půdním povrchu).

**vodní dopravu (soustřeďování) dříví**, kdy se o soustřeďování dříví jedná jen při použití vodních smyků - v ostatních případech se jedná o sekundární dopravu.

Podle smyslu soustřeďování dříví rozlišujeme **gravitační soustřeďování dříví**, tj. pohyb dříví ze svahu dolů, a **antigravitační soustřeďování dříví**, tj. pohyb dříví proti svahu.

### 15.2. Terminologie v soustřeďování dříví

**Soustřeďování dříví** je veškerý transport dříví od pařezu na odvozní místo. Někdy je používán i termín primární doprava dříví.

**Vyklizování dříví** je transport dříví z místa těžby k přibližovací lince, zpravidla prováděný vlečením po zemi, bez nakládání na transportní prostředek. Obvykle se každý vyklizovaný kus pohybuje po samostatné dráze.

**Vynášení (snášení) dříví** je věcně totožné s vyklizováním, termín snášení se používá při manuálním snášení krátkých výřezů a stromků malých dimenzí, a vynášení při manipulaci se stromem výložníkem kácecího stroje či harvestoru.

**Přibližování dříví** je transport dříví po přibližovací lince, kdy je náklad jako celek vlečen po půdním povrchu.

**Vyvážení dříví** je věcně totožné s přibližováním, ale náklad je zcela naložen na transportním prostředku, který se pohybuje po **vývozní lince**.

**Vývozní místo (VM)** je bod na přibližovací (vývozní) lince, ve kterém se mění vyklizování (snášení, vynášení) na přibližování (vyvážení). Při kombinovaném přibližování se zde mění i použité prostředky.

**Sestavení nákladu** je vytvoření vhodné velikosti nákladu vyklizováním (snášením, vynášením), případně postupným nakládáním dříví na vyvážecí traktor (vyvážecí soupravu) při jejím pojezdu po lince, nebo sestavením nákladu sběrným lanem na těžební ploše.

### 15.3. Manuální soustředování dříví

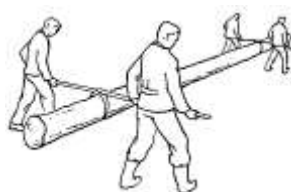
Trvalá tažná síla člověka je při pracovní rychlosti  $1 \text{ m.s}^{-1}$  asi 150 N, proto je manuální soustředování dříví možné jen v případech **snášení** stromků vytěžených v prořezávkách a prvních probírkách k linkám, snášení tyčí ve výchovných těžbách, snášení 2 m výřezů (výjimečně delších) k lince v motomanuální sortimentní metodě variantě standardních délek (při použití pomůcek, jako jsou samosvorné kleště, dřevorubecké háčky a dřevorubecké vynášecí kleště), snášení krátkých výřezů ke korytovým smykům a snášení 1 m výřezů při výrobě rovnaného dříví na lokalitě P. **Koulení dříví** je odvalování dříví sapinou podél podélné osy výřezu při přemísťování výřezů na krátké vzdálenosti na skládkách. V rozvojových zemích je používáno i na delší vzdálenosti, a to při použití drah z podélně uložených výřezů. **Kozelcování** (házení) krátkých (1 m) výřezů ze svahu do údolí bylo používáno v historii v horách. **Vyklizování** krátkých výřezů k linkám **ručními kolesnovými vozíky**, kdy je jednoduchým způsobem výřez zvednut do polozávěsu, čímž se potřeba tažné síly sníží na 1/5 oproti vlečení po povrchu půdy.



Obr. 15.1. Použití dřevorubeckého háčku



Obr. 15.2. Použití vyvážecího kolesnového vozíku



Obr. 15.3. Použití dřevorubeckých vynášecích kleští



Obr. 15.4. Koulení dříví na dlouhé vzdálenosti

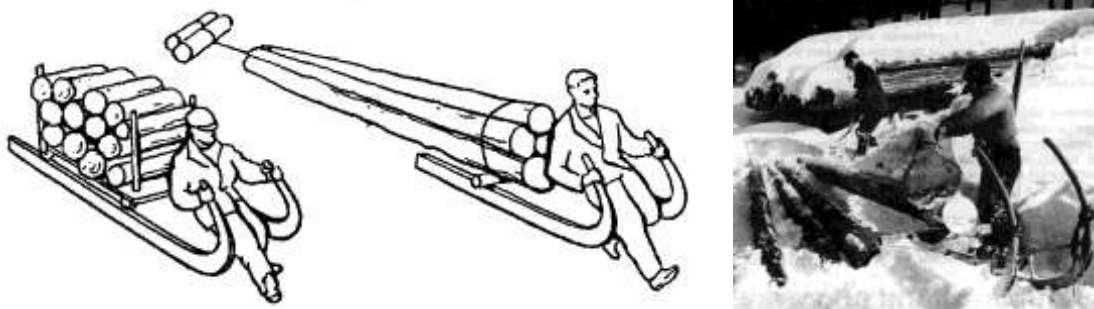
### 15.4. Gravitační soustředování dříví

Tímto pojmem se označují všechny historické i používané způsoby dopravy, při kterých je využívána gravitace.

**Volné gravitační spouštění dříví** je užíváno v lokalitách, kde chybí hřebenové a etážové cesty, a k dispozici jsou jen cesty údolní. O jeho použitelnosti rozhoduje terén (sklon, délka svahu, tvar terénu a půdní povrch), roční období, dřevina a objem kmene. Rozhodující je koeficient tření - zda se dá dříví do pohybu po impulsu sapinou. Sklon terénu, při kterém je volné gravitační spouštění možné, je  $20^\circ$ , na sněhu  $15^\circ$ . Po uvedení do pohybu je dříví neovladatelné, nelze je brzdit ani měnit jeho směr. Při pohybu nabývá rychlost, a tím i kinetickou energii, kterou vybíjí na porostu, spouštěném dříví a terénu (náspech a tělesech údolních cest). Přitom se poškozují odřením, rozštípnutím, zapíchnutím do stojícího stromu nebo země. Ztráty na objemu transportovaného dříví jsou proto 3 % a více. **Spouští se po tenkém konci** z důvodu bezpečnosti práce a menšího odporu čepu. Při kácení na svazích mají být stromy káceny jen po svahu dolů, aby při možném samovolném pohybu stromu do údolí nemohly jeho větve strhnout dřevorubce. Při spouštění dříví je nutné uzavřít prostor pro nepovolané osoby a trasu spouštění vyhnout balvanům a stojícím stromům. Dojezd by měl být upraven, aby nedocházelo k zapichování kmenů do protisvahu či náspe cesty. Vlastní technika práce spočívá v tom, že dvojice pracovníků (proti sobě) nazdvihne sapinami, a následně spustí čelo kmene, čímž mu dá impuls k pohybu. Postupuje se po vrstevnicích se shora, aby nebyli pracovníci ohroženi samovolným pohybem dříví nad nimi. Nesmí se však zapomenout na to, že v údolí musí transport dříví nějak pokračovat. Volné gravitační spouštění dříví lze použít na krátkých svazích do 200 m, kde dříví nezíská velkou energii, při malých koncentracích dříví v holosečné těžbě, kde je pracoviště přístupné jen údolím. Jde

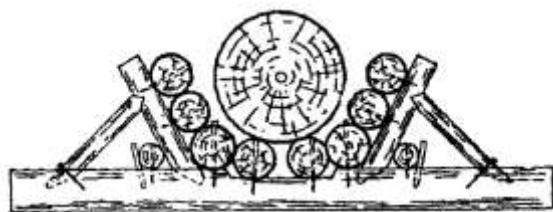
o nešetrný způsob dopravy dříví z hlediska ekologického i hospodaření se dřívím, ale laciný, protože náklady jsou tvořeny jen přímou mzdou.

**Sáňkování dříví** s regionálně odlišnými typy saní bylo používáno ještě do 60. let 20. století na Šumavě, v Krkonoších a Beskydech. V létě vytěžené dříví bylo ukládáno do hrání u průseků, a v zimě vynášeli sáňkaři na zádech do porostů sáně, a dříví nakládali jak na ně, tak je vázali do balíku uvázaného řetězem za sáněmi, který při jízdě působil jako brzda. Svážení výřezů kulatiny bylo prováděno výjimečně, ve výřezech do 6 m. Letní příprava hrání u sáňkařských drah byla nazývána kuželování, a tento termín se místně zachoval pro svazkování dříví pro následné přibližování jiným prostředkem. Profese sáňkaře byla namáhavá a nebezpečná, proto bylo sáňkování omezováno a nahrazováno dopravou dříví lanovými dopravními zařízeními, případně byly porosty v extrémních podmínkách z těžeb vypuštěny.



Obr. 15.5. Sáňkování dříví

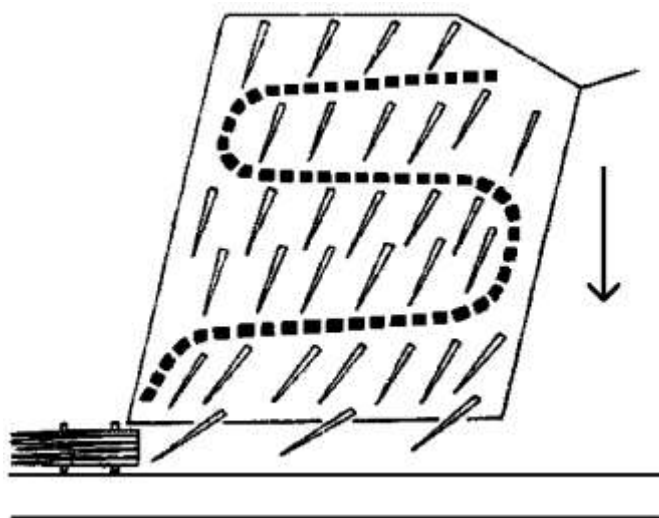
**Gravitační spouštění dříví ve smycích** je v současnosti převážně již jen historickým způsobem soustředování dříví a je v literatuře rozdělováno podle typů smyků (zemní, dřevěné, dřevěné polévané vodou, případně smyky vodní – stojící na rozhraní mezi gravitačním soustředováním dříví a vodní dopravou dříví).



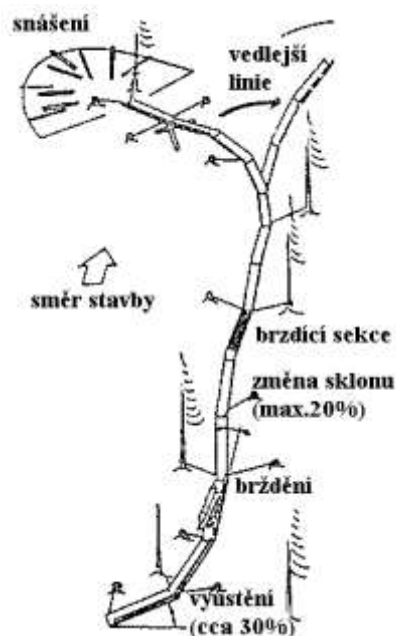
Obr. 15.6. Dřevěný suchý smyk a vodní smyk

Moderním prostředkem pro gravitační spouštění dříví jsou **mobilní smyky**, vyrobené z plechu či plastu, pro něž se používá název **Log-Line**, i když je to původně typové označení jednoho konkrétního výrobku. Sekce smyku mají tvar koryt a jsou dlouhé 5 m, s vnitřním průměrem 350 mm. Mezi sebou se spojují nerezovými šrouby či klínovými sponami. Sestavená trasa se v terénu fixuje lany na stromy a pařezy a kotevními kolíky. Dolní konec trasy se umísťuje výše nad zem, aby se vytvořil prostor pro spouštěné dříví a nebylo nutné spouštění přerušovat pro nedostatečnou kapacitu skládky. Dříví se na skládce hromadí chaoticky, a pro jeho rozebírání se používá ruční nářadí omezující riziko úrazu (sapiny, dřevorubecké kleště a háčky). Pro stavbu trasy se využívají jednoduchá mobilní navíjedla, kterými se sekce i části trasy vytahují proti svahu. Při přestavování trasy na jednom pracovišti se trasa rozebere, a manuálně se jednotlivé sekce přemístí po vrstevnici, nebo se trasa rozloží na sekce po cca 5 kusech, ty se stáhnou s kopce dolů, a poté vytáhnou proti kopci na novou trasu. Optimální sklon trasy je při dopravě dříví v kůře 25-35 %, v případě zařazení brzdných sekcí je možný sklon do 60 %. Délka trasy je neomezená, ale obvyklá je 150-200 m. Možnost menších směrových lomů při sestavování sekcí umožňuje mírné směrové oblouky. Šířka pracovního pole je 35-50 m při kontinuálním způsobu práce (kácení, odvětvování, krácení, snášení, spouštění) a na 60 m může vzrůst při snášení výřezů k trase smyku před jeho instalací, nevýhodné je však dvojnásobné brání dříví do rukou. Šířka průseku pro trasu

smyku je do 2 m. Vytěžené dříví se snáší po vrstevnici k trase, proto jsou dimenze dříví omezeny fyzickou zvládnutelností kusů. Teoreticky je možné dopravovat kusy do délky 6 m a tloušťky 32 cm. V době spouštění dříví se nesmí nikdo pohybovat pod místem vkládání dříví do koryta a na odvozním místě, aby nebyl zraněn spouštěnými výřezy. Použití smyku se doporučuje tam, kde je alternativou lanovky nebo ručního snášení. Cena soupravy se totiž téměř rovná ceně zemědělského traktoru. Výhodou korytových smyků je jejich vhodnost do oblastí s nekvalifikovanou pracovní silou, praktická nezníčitelnost, minimální údržba, nepotřebnost náhradních dílů, žádná spotřeba pohonných hmot, minimální závislost na počasí a ekologická šetrnost.



Obr. 15.7. Postup těžební plochou při volném spouštění dříví



Obr. 15.8. Mobilní korytový smyk Log Line

## 15.5. Animální soustřed'ování dříví

### Historický vývoj

Proces domestikace zvířat započal v okamžiku, kdy kočovné kmeny začaly chovat koně stejným způsobem, jak to již činili s kozami a dalšími zvířaty. Plně však byl využit teprve tehdy, když začal být užíván jako rychlý dopravní prostředek a pomocník při práci. Zejména v lesnictví a zemědělství. Kolem roku 3 000 př. n. l. došlo k domestikaci divokých koní a turů, což umožnilo vozit dříví animálními povozy. K povozům bylo dříví manuálně snášeno. Před vynálezem kola byl náklad smýkán za tažnými zvířaty nebo byl vložen na různé typy saní.

Určité zmínky o chovu koní v našich zemích se objevují již při jejich osídlování Slovy v 6. století. Tehdy však nebyli koně využíváni ve vojenství, neboť slovanští bojovníci, kteří přišli na naše území, byli pěšáci. Nebyli bojovníky útočnými, ale spíše obrannými. Avšak již v 7. a 8. století, tedy v hradištní době, kdy území pozdějšího českého státu bylo protkáno řadou opevněných osad – hradišť, nabýval i chov koní na významu. Kůň se stal důležitým dopravním a tažným zvířetem. Významnou křižovatkou karavanních cest se stala Praha. Po založení Hradu kolem roku 850 pod ním vzniklo velké tržiště. A pro jeho zásobování rozličným zbožím bylo zapotřebí právě koní. Koně se stávali stále více důležitými v hospodářském vývoji země. Jejich chov se stále rozšiřoval a v 9. století se hojně vyváželi.

Výška koní v kohoutku se pohybovala v rozmezí 120 -150 cm. Největší zastoupení měli koně o výšce 138 cm. Koně byli zařazováni do výcviku ve věku 4, popř. 5 let. Koně přepravovali v tahu jen malé náklady, neboť postroj byl velmi jednoduchý a cesty byly většinou ve špatném stavu. Koni byl na krk navlečen měkký kožený pás, který byl upevněn na určitou formu podbřišníku. Do vozu byli přiřazeni jen koně u oje. I když vynález chomoutu se datuje do prvních století středověku, bylo jeho užití

zaváděno v našich zemích až teprve ve 12. století. Ke zvyšování zemědělské výroby přispělo i využívání záhorového pluhu, umožňujícího hlubší orbu. V té době se rozšířilo též podkovářství.

K nesení nákladů se ve 14. a 15. století používali ve většině evropských států koně, na jihu osli, muly a mezci. Nosní koně museli být klidní, pokud možno menší, avšak kompaktní, s širším hřbetem a dobrými, zdravými končetinami.

Pro využití v chovu se vybírali hřebci, kteří svou výkonnost prokázali např. v turnajích a ve válečných akcích. Výběr plemenů byl záležitostí majitele chovu. U klisen se výkonnost neprovořovala vůbec - tato zásada trvala až do 19. století.

V 17. a 18. století se velmi uplatnili těžší koně italsko-španělského původu – koně starokladrubští, kteří nabyli velké obliby jako reprezentační karosiéři v tahu těžkých kočárů a byli vyhledáváni pro potřeby ceremoniálu. V 18. století se však začala měnit struktura plemen koní, tak jak ji vyžadoval rozvíjející se průmysl v manufakturách. Rozhodující se stala rychlost v dopravě a využití tažné síly. Španělští koně tedy postupně ztráceli na významu a prosazovali se koně anglických plemen. Koncem 18. století se v Evropě neustále zvyšovala poptávka po koních, a to i k tažným účelům (v dopravě, v průmyslu, v přístavech, v dolech atd.), a tak vznikla četná plemena, plemenné rázy atd. Rovněž požadavky vojenské správy přispívaly k rozšíření chovu koní. K jeho zvelebení byla proto provedena řada plemenářských opatření, byly zakládány četné, převážně vojenské hřebčince apod. Avšak význam koně v zemědělství byl neustále druhořadý. Zemědělství koně byli převážně menší, nedostatečně vyvinutí, což vyplývalo z přežívající úrovně zemědělství za feudálního systému. Mělo-li zemědělství stačit rozvíjejícímu se průmyslu, bylo nutné zvyšovat i v zemědělství produktivitu práce. Ta byla do značné míry podmiňována výkonnou tažnou silou, kterou byl právě kůň. V první polovině 19. století nastává značný rozmach jeho chovu. Ke zlepšení přispělo organizování plemenitby, zavedení plemenných knih, pořádání výstav aj. Poněvadž úroveň chovu koní zvyšovala intenzitu hospodaření a produktivitu práce, získal i hospodářský kůň přednostní postavení mezi domácími zvířaty. V roce 1872 bylo vyhověno požadavkům zemědělců na větší rámec koní.

V roce 1934-38 pracovalo v zemědělství a lesnictví 656 000 koní a hříbat. V roce 1955 to bylo 543 000, v roce 1961 už jen 330 000, ale k 1. 1. 1996 stav prudce poklesl na 188 400 kusů. Na 100 ha zemědělské půdy připadalo v letech 1934-38 v průměru 8,5 koně, k začátku roku 1966 jen 2,7 koně.

S rozvojem techniky v poválečných letech stoupl objem mechanizovaných prací a v průběhu let 1962-1967 se snížil stav koní zhruba o polovinu. Důvodem masivního rušení chovů byla představa, že koně budou rychle a zcela nahrazeni mechanizací. Obdobný byl i vývoj v převážné části zemí s vyspělým zemědělstvím. V některých z těchto zemí je progresivita úbytku koní ještě vyšší, jako např. v Anglii, SRN, Švédsku a Francii.

V přibližování dříví však stoupal podíl mechanizace pomaleji. V 70. letech 20. století se přiblížilo potahy z porostu na odvozní místa asi 1,7 mil. m<sup>3</sup> a na vývozní místa asi 2,7 mil. m<sup>3</sup> převážně tenkého, rozptýleného dříví z terénů nedostupných pro mechanizační prostředky. Původní prognózy, podle kterých měl být kůň v lesnictví zcela nahrazen mechanizací již v sedmdesátých letech, se nenaplnily.

Při **animálním soustředování dříví** se využívá různých domestikovaných zvířat, kdy je náklad vlečen po zemi, vezen na vozidle taženém zvířetem, či zvířetem nesen (soumaři). Na území ČR byly tradiční volské a koňské potahy, a nástup mechanizace byl pozvolný. V roce 1956 byl podíl mechanizovaného soustředování 17 %, a až v roce 1965 nepatrně přesáhl 50 %. Do roku 1992 se koně podíleli na přibližování 10 %, a v rozsahu 15-25 % připravovali vyklizování dříví pro jiné prostředky. Různou formou se tak podíleli na soustředování 1/3 vytěženého dříví. Nynější podíl koní na soustředování dříví je nejzjistitelný, a o jejich budoucím podílu rozhodne ekonomika. Technologicky není kůň nenahraditelný, ale jen variantně použitelný. Odhaduje se (rok 2022), že se v ČR v lese používá ca 4000 koní. Nízká výkonnost soustředování dříví koňmi není při současné ceně pracovní síly limitujícím faktorem, a není jím ani péče o koně mimo pracovní dobu, protože se vždy najde dostatek osob, které v péči o živého tvora nespátřují obtěžující faktor, ale naopak, takovou práci s živým tvorem vyhledávají. Dá se tedy předpokládat, že soustředování dříví koňmi bude ještě dlouho významným způsobem soustředování dříví.



Protože se dřívější způsoby využívání animální síly pro soustředování dříví odlišovaly od současných, není možné bez pohledu do minulosti objektivně posoudit současnou a budoucí úlohu tažného koně. Na venkově se zemědělské a lesnické činnosti prolínaly tak, že potahy byly používány během vegetačního období v zemědělství, a jen v zimě byly uvolněny pro soustředování dříví. To spolu s nízkou tažnou silou koně ovlivnilo výrobní procesy v těžbě a dopravě dříví tak, že těžba dříví byla časově oddělena od soustředování, a byla prováděna metodou sortimentní – po skácení stromů a jejich odvětvění byly kmeny kráceny na výřezy zvládnutelné tažnou silou koně. Po vytěžení zůstávalo dříví několik měsíců ležet v porostech. Odkornění, prováděné jako ochrana proti hmyzu, přispívalo ke snížení hmotnosti výřezů o hmotnost kůry, urychlovalo vyschnutí, přinášející snížení hmotnosti dříví a snižovalo koeficient tření. (Relativní vlhkost dřeva smrku po pokácení je 60 %, čemuž odpovídá objemová hmotnost 895 kg/m<sup>3</sup>. Vyschnutím na vzduchu lze vlhkost dřeva snížit na 15 %, a snížit tak objemovou hmotnost na 480 kg/m<sup>3</sup>, tj. na 54 % čerstvé hmotnosti. Oproti dříví v kůře je koeficient vlečného tření odkorněného dříví poloviční, a hodnota téhož koeficientu na sněhu klesá na 1/3 hodnoty při přibližování po povrchu lesní půdy za sucha). Tak lze, spolu s používáním páru koní, vysvětlit, jak bylo v minulosti možné přibližovat dříví i značných dimenzí, a v čem spočívala šetrnost vůči lesním ekosystémům. Soustředování dříví bylo koncentrováno do zimního období, kdy jsou lesní ekosystémy méně náchylné k poškození. Mraz zvyšuje únosnost půdy i její odolnost proti povrchovému narušení, což omezuje těžebně-dopravní erozi. Sněhová pokrývka chrání půdní povrch i přirozené zmlazení před kontaktem s dopravním prostředkem a nákladem. V zimním období je soudržnost kůry i její přilnavost na dřevě dvakrát vyšší než v období mízy. Proto je v období vegetačního klidu stržení kůry způsobené na kmenech a kořenových náběžích stojících stromů soustředovaným dřívím poloviční, při stejné četnosti kolizí se stojícími stromy, jako ve vegetačním období.

Šetrnost soustředování dříví koňmi je přeceňována, protože nenastává automaticky, ale jen s uvedenými předpoklady, které nemusejí nastat. Důkazem je výskyt hnilob oddenků v mýtních těžbách, protože je nesporné, že vznikly jako následek odření stromů v předmýtních těžbách v padesátých letech, které nemohly být přiblíženy jiným prostředkem, než koňmi. Předností koně je princip jeho pohybu – kráčení, nezpůsobující vznik vytlačených kolejí, které jsou východiskem eroze. V měrném tlaku na podložku a v manévrovacích schopnostech je však kůň srovnatelný s mechanizačními prostředky. Svým způsobem je samozřejmě výhodou nízká tažná síla koně (limitující velikost nákladu) daná objektivně, nezávisle na vůli kočího. V selektivních těžbách, ve kterých je žádoucí, aby byl každý vyklizovaný výřez vlečen po ideální dráze vzhledem ke stojícím stromům, je nízká tažná síla koně pojištěm, že člověk nebude naráz vyklizovat více výřezů, které pak nutně opisují jinou než ideální dráhu. Proto je možno formulovat závěr, že úloha koní setrvá v těch družích těžeb, ve kterých převládá potřeba vyklizovat každý výřez po samostatné dráze, a kde jsou jiné prostředky energeticky i ekonomicky nevyužitelné.

Hmotnost koně (kg)	Normální tažná síla koně (N)		Maximální tažná síla koně (N) (při normální rychlosti na trati dlouhé max. 600 m)	
	Podle sovětských údajů (prac. doba 10 h)	Podle Kavana (prac. doba 8 h)	Podle sovětských údajů (prac. doba 10 h)	Podle Maschka (prac. doba 8 h)
250 – 350	290 – 500	490 – 740	390 – 740	880 – 1270
351 – 450	500 – 610	740 – 980	740 – 980	1270 – 1770
451 – 650	610 – 820	980 – 1270	980 – 1270	1770 – 2300
651 – 850	880 – 1080	1270 – 1570	1270 – 1620	2300 – 2840

Tab. 15.1. Příklady normální a maximální tažné síly koní

**Technologie a technika práce** při soustředování dříví koňmi jsou ovlivněny tažnou silou koně, úměrnou jeho hmotnosti. V ČR se používá poučka prof. Matyáše, udávající normální tažnou sílu koně při rychlosti pohybu 0,8 až 1 m.s<sup>-1</sup> na 1/5-1/6 jeho živé hmotnosti. Později byla **trvale využitelná tažná síla koně** upřesněna z hlediska fyziologie zvířete na 10-15 % jeho hmotnosti. Při koeficientu vlečného tření 0,6 (průměrné podmínky za sucha) to znamená možnost soustředovat po rovině jedním koněm o hmotnosti 800 kg náklad 0,25 m<sup>3</sup> čerstvého smrku v kůře, nebo 0,43 m<sup>3</sup> smrku v kůře na vzduchu proschlého. Tažná síla koně je závislá na jeho hmotnosti, tělesné konstrukci, zdravotnímu stavu, pracovní rychlosti délce dráhy, po které působí, a jejím sklonu. Za normální tažnou sílu koně lze považovat takovou sílu, při jejímž trvalém (dlouhodobém vynakládání) není organismus zvířete

přetěžován tak, aby vznikalo nebezpečí, že dojde k jeho poškození. Příklady různých pohledů autorů na normální a maximální zatížení koní v tahu během směny jsou uvedeny v tabulce č. 15.1.

Údaje o tažné síle koní uváděné jednotlivými autory se vzájemně liší. Nejčastěji je jeho tažná síla odvozována od jeho hmotnosti. Pro použití v praxi je možné vypočítat normální tažnou sílu koně podle jednoduchého vzorce:

$$F_n = Q_k \cdot k \cdot g$$

kde:  $F_n$  – normální tažná síla koně (N)

$Q_k$  – hmotnost koně (kg)

$k$  – koeficient pro určení tažné síly koně dle jeho hmotnosti ( $k = 0,15$  až  $0,2$ )

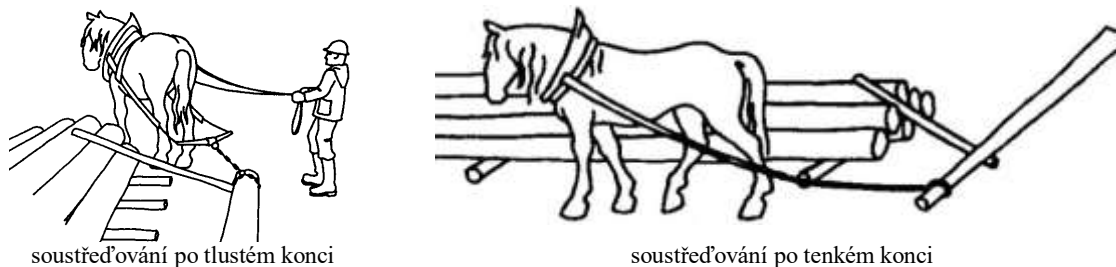
$g$  – tíhové zrychlení ( $9,81 \text{ m.s}^{-2}$ )

Přípustná úroveň tahové síla koně není nijak vysoká. Proto je vhodné používat koně jen v nižších hmotnostech, při soustředování se svahu nebo v rovině, a kombinovat vyklizování dříví z porostu na vývozní místo koňmi s přibližováním z vývozního místa na odvozní místo traktory a lanovkami. **Soustředování koňmi na přímo** (z P na OM) je vhodné jen na krátké vzdálenosti do 100 m, protože při vlečení dříví na delší vzdálenost musí kůň odpočívat a přerušovat tah. Na rozdíl od mechanizovaného soustředování jeho výkonnost ve vztahu ke vzdálenosti soustředování prudce klesá. **Kombinované soustředování dříví** je vyklizení dříví z P na VM koněm (svazkování, balíkování, hromádkování, kuželování) a následné přiblížení jiným prostředkem s vyšší výkonností (UKT, SLKT, lanovkou). Využito je tak předpokladů pro šetrné vyklizování dříví koněm, i vyšší výkonnosti mechanizačních prostředků při pohybu po linkách. Ideální vzdálenost vyklizování koněm je do 50 m (40 m), protože ji stačí kůň vzhledem ke svým fyzickým dispozicím ujít naráz. Při odepínání nákladu na lince, zpětné chůzi do porostu, a upínání dalšího nákladu se kůň vydýchá, a odpočine si natolik, že k přerušování práce z důvodu odpočinku koně nedochází. Kočimi je ale vyklizování neoblíbené, protože ve srovnání se soustředováním „napřímo“ rostou fyzické nároky na ně, vyšším počtem upínání a odepínání nákladu na úkor chůze. Tento rozdíl v pracnosti by měl být při odměňování za práci zohledněn. Nejobvyklejší je nyní **soustředování jedním koněm**, jehož nevýhodou je, že kočí, který na koni závisí výdělkem, jej může přetěžovat, a nemusí mu dopřát dostatečnou rekonvalescenci po nemoci a úrazu, což se projeví v kratší životnosti koně.

**Soustředování dříví párem koní** bez rozpráhání se používá při zácviku koní, kdy je ke zkušenému koni připřahán kůň mladý, při soustředování dříví větších dimenzí, proti svahu, a za podmínek, kdy tažná síla přesahuje možnosti jednoho koně. Vlivem různého temperamentu koní, odlišnou stavbou jejich těla, nesousledností v tahu a nestejným ovládním, není tažná síla páru koní dvojnásobkem tažné síly koně, ale ca 1,8násobkem. Častou variantou soustředování dříví párem koní je **rozpráhání**, při kterém dojde pár koní na pracoviště (méně unavený, než když potahový vůz táhne jeden kůň), kde se rozpráhne, a s každým koněm pracuje jeden kočí. Bezpečnost práce je zajištěna přítomností dvou pracovníků na pracovišti, a možností jejich vzájemné kontroly a pomoci. Pokud se vyskytne nadrozměrný výřez, nebo je třeba stáhnout zavěšený strom, použije se pár koní. Jinou variantou rozpráhání je práce jediného kočího, kdy pracuje jen s jedním koněm, a druhý na pracovišti odpočívá. **Střídání koní** se používá i při zácviku koní, u březích klisen a koní v rekonvalescenci. Za nejvhodnější kombinaci pro rodinné firmy lze považovat **3 koně pro dva kočí**, mající nejméně prostojů a umožňující nejvíc technologických variant. **Vlečení tenkým koncem vpřed** přináší menší odpor vlečení, přesto je provozně používáno minimálně, neboť úvazky sklouzávají (řešením je hrubé odvětvení čepu), a dříví na skládce se obtížně začeluje, protože kočí jdoucí vedle koně, nevidí na oddenek kmene a začelení odhaduje. **Vlečení tlustým koncem vpřed** vyžaduje větší tažnou sílu, ale úvazky nesklouzávají (tahem jsou "samosvorné") a začelování dříví na skládce je snazší, protože kočí je u čel výřezů.

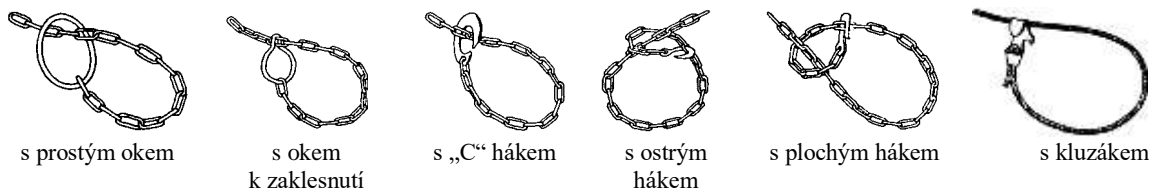
Způsob dopravy	Potřebná tažná síla
v úvazku, oddenkem dopředu	100 %
v úvazku, čepem dopředu	88 %
na šupce (v čepci)	86 %
na kolesně	18 %

Tab. 15.2. Relativní hodnoty potřeby tažné síly podle způsobu dopravy



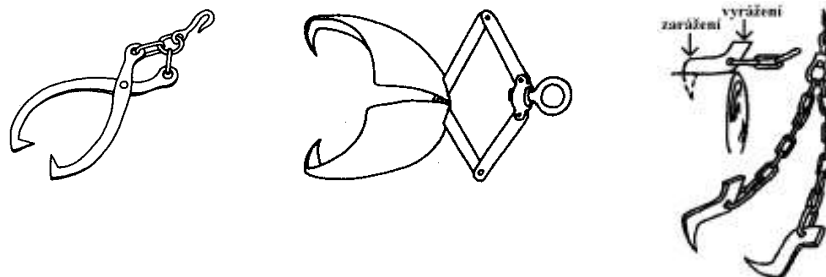
**Obr. 15.9. Odlišnosti skládkování při soustředování po tlustém a tenkém konci**

**Řetězové úvazky** jsou oblíbené, protože mají nízké opotřebení a nesmekají se. Jejich nevýhodou je vyšší hmotnost, což lze řešit koupi úvazků s garantovanou pevností, z ušlechtilých materiálů a proto tenčích a o 40 % lehčích, ale dražších. **Lanové úvazky** oblíbené nejsou, přestože jsou lehčí než řetězové a jsou prakticky zdarma, protože se na jejich výrobu používají vyřazená lana. Při povolání tahu mají tendenci se uvolňovat a sklouzávat. (Pro omezení klouzání úvazků se na konci výřezu ponechává pahýl větve, o který se úvazek zachytí). **Řetězové úvazky s háky**, zatlučenými do kmene se používají v horách, kde se při uvedení nákladu do samovolného pohybu hák vytrhne ze dřeva, nebo může být kočím úderem sekery na konec háku uvolněn, a náklad nestáhne koně sebou. Jejich nevýhodou je poškození dříví. Způsobů jistění řetězových úvazků je velké množství, a jejich výběr je asi nejvíce ovlivněn lokálními zvyklostmi.



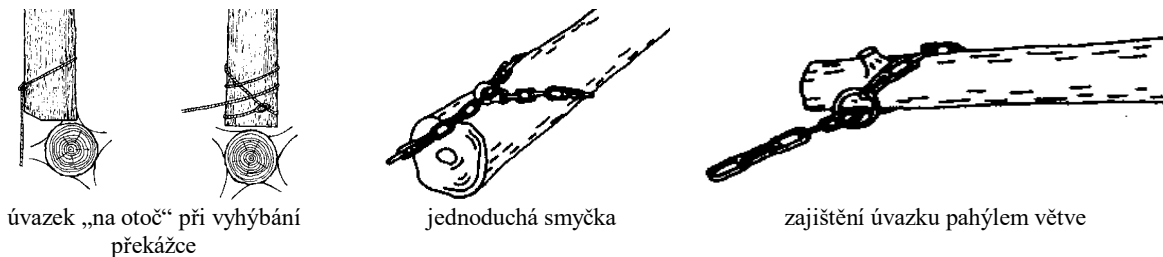
**Obr. 15.10. Různé typy řetězových úvazků**

**Obr. 15.9. Lanový úvazek**

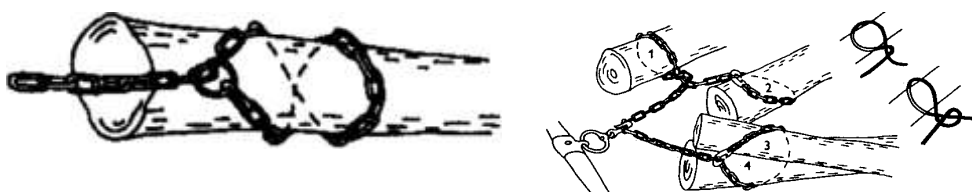


**Obr. 15.11. Některé další pomůcky pro koňské potahy**

**Způsob vázání úvazků** závisí na použitém technologickém a pracovním postupu, a do určité míry má charakter místních zvyklostí. Úvazky se upevňují cca 0,5 m od konce kmene (výřezu), při vyhýbání překážkám a navalování na skládky se váže "na otoč". Počet současně soustředěvaných kmenů (výřezů) je limitován šetrností ke stojícímu porostu a hmotností soustředěvaných kusů (tažnou silou).



**Obr. 15.13. Způsoby vázání úvazků**

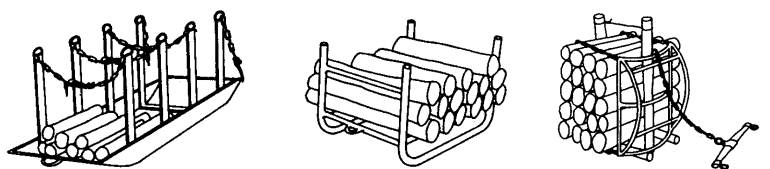


dvojitá smyčka

poutání většího počtu kmenů jediným úvazkem

**Obr. 15.14. Způsoby vázání úvazků**

**Soustředování rovnaného dříví** se výjimečně provádí vlečením balíku výřezů v řetězovém úvazku, častější je použití přibližovacích člunů (sání) a v příznivém terénu i vyvážecích vozů.



tradiční člun na rovnané dříví

trubkové sáně

samonakládací kolébka

**Obr. 15.15. Pomůcky pro soustředování rovnaného dříví**

**Práce koně** v soustředování dříví je namáhavá a nebezpečná, kůň tahá těžká a rozměrná břemena v obtížném terénu, kde překážky způsobují náhlá zvýšení tažného odporu a krátkodobou potřebu zvýšení tažné síly na více než násobek jeho hmotnosti. Přechodem na soustředování dříví jedním koněm se opotřebení koní zvýšilo, protože v průběhu pracovní směny pracují bez střídání a rezervy sil. Docházejí po zpevněných cestách na vzdálenější pracoviště než dříve, protože je jich méně a část prostor pro ustájení nevyhovuje soudobým požadavkům. Chybí lehké potahové vozy pro jednoho koně, a jeden kůň musí dopravit na pracoviště a zpět vůz konstruovaný pro pár, tak přichází na pracoviště unaven a po práci ho čeká ještě cesta zpět.

Extrémní zátěž by měla být kompenzována **péčí o koně**, veterinární péčí, i nezařazováním koně do tohoto druhu práce před ukončením jeho fyzického vývoje - dříve než ve 3,5 letech. Bohužel se úpadkem profese kočího mnohde zhoršila péče o koně, technika práce, zacházení s koněm, veterinární péče o něj, pravidelnost a doba krmení i skladba potravy. **Dovoz koní na pracoviště** se provádí buď v přívěsu za UKT (při kombinovaném soustředování dříví kůň + traktor), nebo v přívěsu za terénním automobilem.



Českomoravský belgický kůň  
(<http://im-aika.blog.cz>)



Norický kůň  
(<http://infokone.webnode.cz/kone/plemen-a-koni/norik/>)



Slezský norik  
(<http://slezsky-norik.konicci.cz/>)

**Obr. 15.16. Nejčastější plemena chladnokrevných koní pro soustředování dříví**

Z **plemen koní** se u nás nejčastěji používají chladnokrevníci, jako je českomoravský belgický kůň, norický kůň a slezský norik. Podle živé hmotnosti se tažní koně obvykle rozdělují do kategorií

- koně lehcí                    do 400 kg
- koně středně těžcí        400-600 kg
- koně těžcí                    600-(800) kg

Vysloveně těžký kůň (přes 800 kg) není pro práci v lese vhodný, protože ztrácí obratnost a svoji vyšší tažnou sílu zpravidla nevyužije. Nejoblíbenější jsou koně s hmotností 600-700 kg.

## Českomoravský belgický kůň

Chovným cílem je chladnokrevný kůň dospívající ve třech letech stáří, středního čtvercového rámce s dobrým osvalením, minimalizací exteriérových vad.

Menší ušlechtilá hlava mírně štíčí v profilu, s živým okem, kratší vysoko nasazený krk, mírně strmá a středně dlouhá lopatka, hluboký a prostorný hrudník, kratší středotrupí, s dobrou horní linií, kratší pevná bedra, mohutná, dlouhá, široká, mírně skloněná a štěpená zád'. Fundament suchý, kostnatý, klouby výrazné, spěnka kratší a pružná, kopyta pevná a prostorná.

Pracovitý a dobře ovladatelný kůň přiměřeného temperamentu, bez charakterových vad, dobře živitelný, pohyblivý, s chody odpovídajícími užitkovému zaměření plemene.

### Barva

Převážně ryzáci až tmaví ryzáci se světlou hřívou a ohonem, v menší míře hnědáci, vraníci a nevybělující bělouši. Výskyt bílých odznaků na hlavě a končetinách. Kůže tmavě pigmentovaná.

### Minimální tělesné míry při zápisu do plemenné knihy:

	Hřebci	Klisny
KVP (cm)	166	165
KVH (cm)	156	155
Obvod hrudi (cm)	187	192
Obvod holeně (cm)	24	23 (klisny HPK) 22 (klisny ostatní)

(Vysvětlivky: KVP - kohoutková výška pásková, KVH - kohoutková výška hůlková, HPK - hlavní plemenná kniha)

### Znaky tělesné stavby

Hlava - ušlechtilá, rovná až mírně štíčí v profilu, s živým okem, s jasně zřetelnými konturami krajín.

Krk - kratší, vysoko nasazený a dobře osvalený.

Kohoutek - méně znatelný, dobře utvářený.

Hřbet a bedra - kratší pevný s dobrou vazbou beder, pevná bedra.

Hrudník - hluboký široký, prostorný hrudník, mírně strmá a středně dlouhá lopatka.

Zád' - mohutná, středně dlouhá, široká, skloněná, štěpená, dobře osvalená.

Končetiny - korektní, suché, kostnaté, klouby výrazné, spěnka kratší a pružná, kopyta, pevná a prostorná.

Chody - pravidelné, prostorností odpovídající užitkovému zaměření plemene.

### Užitkové vlastnosti

Plemeno se vyznačuje ranějším dospíváním cca ve 3 letech stáří, dlouhověkostí, dobrou plodností, pevnou konstitucí, adaptabilitou pro různá prostředí a dobrou krmitelností. Je určeno především pro práci v tahu.

### Psychické vlastnosti

Zvířata jsou přiměřeného temperamentu, vyrovnaného charakteru, snadno ovladatelná, učenlivá, pracovitá a dobře spolupracující s lidmi.

## Norický kůň

Chovným cílem je chladnokrevný kůň, dospívající ve čtyřech letech věku, mírně delšího rámce, s dobrým osvalením.

Hlava těžší, mohutná, s výrazným okem, možný mírný klabonos, krk středně dlouhý, středně vysoko nasazený s mírně výrazným kohoutkem, dobře úhlovaná až strmější lopatka, prostorný, středně hluboký, delší a oválný hrudník, se středně dlouhou volnější horní linií, středně dlouhá pevná bedra, mohutná, středně široká a dlouhá, oválná, mírně štěpená a svažité zád'. Fundament silný, kostnatý, suchý, s menším výskytem rousů, kopyta pevná, pružná, dobře utvářená. Klouby méně výrazné s náznakem lymfatičnosti, spěnka kratší, pevná.



Pracovitý a dobře ovladatelný kůň přiměřeného temperamentu, dobrého charakteru, dobře živitelný, pohyblivý, se středně prostornými chody.

#### Barva

Převážně hnědáci až tmaví hnědáci a ryzáci až tmaví ryzáci, omezeně vraníci a sporadicky nevybělující bělouši. Výskyt bílých odznaků na hlavě a končetinách. Kůže tmavě pigmentovaná.

Minimální tělesné míry při zápisu do plemenné knihy:

	Hřebci	Klisny
KVP (cm)	166	165
KVH (cm)	156	155
Obvod hrudi (cm)	187	192
Obvod holeně (cm)	23	22

#### Znaky tělesné stavby

Hlava - těžší, mohutná, s výrazným okem, možný mírný klabonos.

Krk - středně dlouhý, středně vysoko nasazený.

Kohoutek - mírně výrazný, dobře utvářený.

Hřbet a bedra - středně dlouhá volnější horní linie, středně dlouhá pevná bedra.

Hrudník - prostorný, středně hluboký, delší a oválný.

Zád' - mohutná, středně široká a dlouhá, oválná, mírně štěpená a svažitá.

Končetiny - silné, kostnaté, suché, s menším výskytem rousů, kopyta pevná, pružná, dobře utvářená.

Klouby méně výrazné s náznakem lymfaticnosti, spěnka kratší, pevná.

Chody – pravidelné, středně prostorné.

#### Užitkové vlastnosti

Plemeno se vyznačuje, dlouhověkostí, dobrou plodností, pevnou konstitucí, adaptabilitou pro různá prostředí a dobrou krmitelností. Je určeno především pro práci v tahu.

#### Psychické vlastnosti

Zvířata jsou přiměřeného temperamentu, vyrovnaného charakteru, snadno ovladatelná, učenlivá, pracovitá a dobře spolupracující s lidmi.

### **Slezský norik**

Chovným cílem je chladnokrevný kůň dospívající v pěti až šesti letech stáří, delšího rámce, s dobrým osvalením.

Hlava suchá, ušlechtilá s oválnou očnicí, možný mírný klabonos, krk středně vysoko nasazený, přiměřeně dlouhý, klenutý, často s méně výrazným kohoutkem, dobře úhlovaná delší lopatka, umožňující prostorný chod, hrudník středně hluboký, široký, oválný, středně dlouhý. Delší, pevný dobře s bedry vázaný hřbet, středně dlouhá, dobře vázaná pevná bedra, mohutná, delší, skloněná, široká a silně osvalená zád', s náznakem šavlovitého postoje pánevních končetin. Fundament suchý, kostnatý, klouby a šlachy výrazné, suché. Přiměřeně dlouhé a správně úhlované spěnky. Kopyta pevná, pružná a dobře utvářená.

Pracovitý a dobře ovladatelný kůň přiměřeného temperamentu, dobrého charakteru, dobře živitelný, pohyblivý, s prostornými chody.

#### Barva

Převážně ryzáci až tmaví ryzáci, v menší míře hnědáci až tmaví hnědáci, omezeně vraníci a nevybělující bělouši. Výskyt bílých odznaků na hlavě a končetinách. Kůže tmavě pigmentovaná.

Minimální tělesné míry při zápisu do plemenné knihy:

	Hřebci	Klisny
KVP (cm)	166	165
KVH (cm)	156	155
Obvod hrudi (cm)	187	192
Obvod holeně (cm)	23	22

Znaky tělesné stavby

Hlava - velká, suchá, ušlechtilá s oválnou očnicí, s jasně zřetelnými konturami krajín.

Krk – středně vysoko nasazený, přiměřeně dlouhý, klenutý.

Kohoutek - méně výrazný, dobře utvářený.

Hřbet a bedra - delší pevný dobře s bedry vázaný, dobře vázaná pevná bedra.

Hrudník - středně hluboký, široký, oválný, středně dlouhý.

Zád - delší, skloněná, široká a silně osvalená.

Končetiny - suché, kostnaté, klouby a šlachy výrazné, suché. Přiměřeně dlouhé a správně úhlované spěnky. Kopyta pevná, pružná a dobře utvářená.

Chody - pravidelné a prostorné.

Užitkové vlastnosti

Plemeno se vyznačuje pozdějším dospíváním cca v 5 letech stáří, dlouhověkostí, dobrou plodností, pevnou konstitucí, adaptabilitou pro různá prostředí a dobrou krmitelností. Je určeno především pro práci v tahu.

Psychické vlastnosti

Zvířata jsou přiměřeného temperamentu, vyrovnaného charakteru, snadno ovladatelná, učenlivá, pracovitá a dobře spolupracující s lidmi.

**Zdravotní stav koně** nejlépe posoudí veterinář. Laik na něj usuzuje z postoje koně, chování, výrazu očí, hloubky a pravidelnosti dýchání, pocení a vzhledu srsti. **Věk** koně se odhaduje podle chrupu. Pokud kůň pochází ze seriózní odchovy, je rok jeho narození uveden v dobytčím pasu a totožnost je nezaměnitelná díky výžehům na krku, mikročipu, nebo tetování na vnitřní straně pysku, a popisu zvířete v pasu. Na **vhodnost pro práci v lese** se usuzuje ze stavby těla při stání koně na vodorovné ploše; podle linie hřbetu, krku a zadku; stavby plecí a přiměřenosti hlavy k tělu. Pro nižší těžiště koně je vhodnější nižší postavení těla. Nohy mohou být rovné, do "O" či do "X". Obě vady jsou nepříznivé, protože se kůň při chůzi zraňuje. Dílčí náprava vad je možná ortopedickým kovááním a bandážemi. Pozor je třeba dávat při nákupu vyhublých koní, protože se nemusí jednat o hubenost z podvýživy, ale o nevratnou atrofii svalstva. Mimořádná pozornost se věnuje kopytům a jejich nemocem (drobivost, plíseň, rakovina). Protože je obtížná kovatelnost koně velkou komplikací, ověřuje se ochota zvedat a držet nohy a poklepem na kopyta se zkouší citlivost. Častá je neochota koně přijmout udidlo, proto se zkouší citlivost tlamy a vkládání udidla. Od koně očekáváme pohyb po linkách v porostu, kdy se jeho těla dotýkají větve stromů, proto by neměl být lechtivý. To se zkouší hlazením koně po bocích a zejména ve slabínách, kde je nejcitlivější. Protože může být nežádoucí pohyb koně příčinou úrazu kočiho, neměl by být kůň lekavý, což je třeba vyzkoušet. Koordinace pohybů se zkouší v kroku a klusu, přičemž se pozoruje kladení nohou, a napadání na některou z nich (noha, na kterou napadá, je zdravá). Pracovní zkoušku, při které se zkouší tahavost a ovladatelnost koně hlasem a opratí je nejlépe uskutečnit v soustředování dříví, nebo alespoň ve voze. Kůň představuje vysokou hodnotu, a jedná se o živého tvora odkázaného na péči člověka. Proto je třeba přivolat veterináře při jakýchkoliv projevech onemocnění.

**Nemoci koní** se projevují pocením, zježením srsti, průjmem, náhlým hubnutím, obtížným dýcháním, zakalením pohledu očí, změnou chování koně (kůň, který při odpočinku neležal, si lehá) a zvýšenou teplotou (normální tělesná teplota koně je 36-37,5 °C). Jedná se o projevy, které lze těžko přehlédnout. Nezbytné je kontrolovat koně u kočích v režii, kteří v případě nemoci koně nemají zájem na náhradní práci, při které si vydělají méně. V těchto případech je nebezpečí zatajení zdravotního stavu koně, nebo příliš krátká rekonvalescence. Nejčastějšími chorobami koní jsou **zápal plic**, ke kterému dochází následkem uštvání koně a jeho následného prochládnutí. Poznává se podle namáhavého dechu, teploty a pocení i bez pracovní zátěže. Vyskytují se též houbové zápaly plic, jako důsledek krmení plesnivého sena. **Začervení** se poznává jak v trusu, tak na srsti koně, která je matná až zježená a kůň se potí. Nejvhodnější je 2x ročně preventivní odčervení některým z veterinárních přípravků. **Katary**, ke kterým dochází při střídání krmiv (přechod z ovsa na melasu a naopak), nebo na jaře při přechodu ze suchého krmení na zelenou pastvu. **Kolika** jako následek nevhodného krmení. Nejčastější příčinou bývá napadení melasového krmiva roztoči, nebo krmení čerstvým, nevypařeným senem. **Černá moč** jako následek přežrání koně. Vzhledem k rizikovitosti práce koně v soustředování dříví dochází k **úrazům koní**. V těchto případech není dobré váhat s veterinárním ošetřením, protože rychlá a

kvalifikovaná pomoc (zašití ran) zkrátí dobu léčení. Zvýšenou pozornost vyžadují poranění nohou a kopyt, mívající tendenci přecházet do chronické formy onemocnění, s rizikem trvalého vyřazení koně. Mezi úrazy nepatří **otlaky**, ale svými následky se projevují obdobně. Dochází k nim používáním nevhodných postrojů či propocených, nevyschlých chomoutových podušek. I v případech neléčených otlaků je riziko chronického onemocnění kůže plísněmi a záněty.

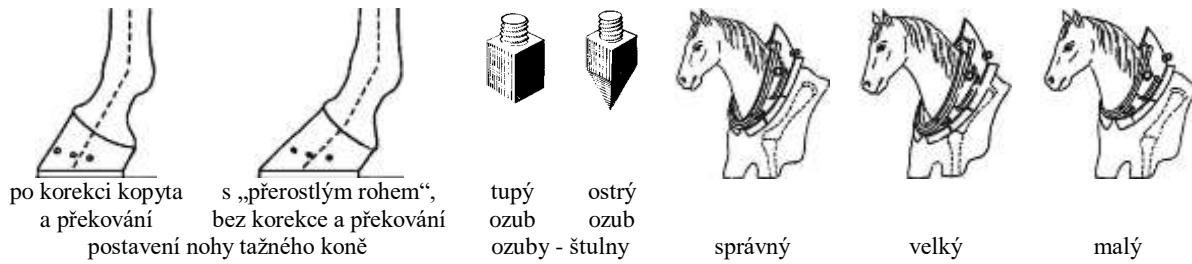
Mezi **zlovyky koní** patří obtížná kovatelnost, která bývá důsledkem dřívějšího zkažení koně, nebo následkem úrazu nohy. Kousavost a vyhazování mohou být vrozené i získané. U hříbat lze tento zlovyk omezovat trestáním, u starších koní nezbyvá nic jiného, než chodit ke koni zepředu. Lekavost koně, daná jeho slabší nervovou soustavou je v zásadě neovlivnitelná, stejně tak jako lechtivost. Házení hlavou bývá posuzováno jako projev bujnosti, ale může znamenat ztrátu oka při práci v probírkách. Lenost bývá následkem chybného zaučování koně do tahu, kdy kůň poznal, že existuje náklad, který neutáhne.

**Denní péče o koně** se dělí na tři časové úseky. **Po návratu z práce** se kůň odstrojí a osuší věchtem. Pak dostane seno a kočí může na čas odejít. Po nakrmení pokračuje péče utřením koně hadrem a vyškrábáním kopyt, případně jejich umytím vodou (ne studenou) a natřením vazelínou nebo ochrannou masťou. Tinkturou se ošetří všechna drobná zranění a poté se dopřeje koni klid. **Ráno** se kůň nakrmí, a když odpočívá, vyčeše se, vykartáčuje a čistým hadrem se mu vyčistí oči a nos. Zkontrolují se, a případně ošetří zranění z předchozího dne, a kopyta. **Přestávka v práci** je určena na odpočinek, krmení a napojení koně. Při odpočinku se kůň zakrývá houní proti chladu, v létě celtou proti hmyzu (při práci se natírá repelenty). V létě se kůň staví do stínu - ale ne do průvanu! Nikdy se nekrmí kůň ustrojený. Pokud je nebezpečí, že by neuvázaný kůň odešel, vyjme se mu alespoň udidlo a nechá se uvázaný za ohlávku. V létě i v zimě se vozí sebou čistá voda pro koně. Ve stáji je nejlepší automatická napáječka, jinak se nosí koni voda tak dlouho, dokud pije. **Stáj** má být suchá, vzdušná a světlá. Optimální teplota je 16-18 °C, a nemá klesnout pod 12 °C. Pokud se to stane, musí se zvýšit krmné dávky. Nejvhodnější stání je z dřevěných špalíků se sklonem 2 % směrem za stání. Délka stání i se žlabem je 2,70-3,5 m, a šířka pro jednoho koně je 1,40-1,70 m. Za stáním je mělká odtoková stružka a chodbička široká min. 1,8 m. Výška žlabu je 0,9-1,2 m. Ve stájích s více koňmi je nutné žebřiny na seno upravit tak, aby bylo vyloučeno uškrcení koně při kradení sena ze sousedního stání. **Společné ustájení** přináší spíše nevýhody, protože doba odjezdu i příjezdu jednotlivých kočí bývá odlišná, tím se liší doby krmení, a koně jsou při odpočinku rušeni. Výstavba nových stájí je komplikována hygienickými požadavky na odkanalizování odpadních vod. **Příprava krmiv** by měla být oddělena od stáje, aby krmiva nenačichla močí. Při umístění jadrných krmiv ve stáji by měla být uložena v uzamykatelné bedně pro snížení nebezpečí přežrání utrženého koně. Samostatná místnost by měla být na **uložení postrojů**, aby mohly do dalšího dne vyschnout. Nešvarem je vázání koně ve stáji na postrojové ohlávce místo stájové (udidlo znemožňuje koni pohodlný příjem potravy).

**Krmení** pro koně má tři složky: krmiva objemová, jadrná a dužnatá. Základem **objemových krmiv** je seno v dávce 4 q měsíčně na koně, zkrmované nejdříve 6 týdnů po sklizni. Část sena může být nahrazena slámou. Při pastvě a krmení zelenou pící musí být seno nahrazeno větším objemem píce. U koně s pracovní zátěží není možné seno nahradit pastvou úplně, ale může být jen doplňkem. **Jadrná krmiva** v měsíční dávce 1,5 q na koně jsou oves a průmyslová melasová krmiva obsahující snadno stravitelné cukry. Pokud se krmí oves, musí být spařený nebo mačkaný. Jinak je těžko stravitelný a málo využitelný. **Dužnatá krmiva** jsou mrkev, brukev gigant a řepa. **Denní krmné dávky** musí být v souladu s pracovním zatížením koně, a proto se jadrná krmiva rozdělují na pracovní a nepracovní dny nerovnoměrně. Správná životospráva koně vyžaduje dostatečně dlouhou **dobu krmení**. Kůň žere 1,5-2 hodiny, a po žrádle by měl mít před pracovním zatížením alespoň hodinu klid. Začne-li se krmít ve 4 hod ráno, pak nejméně do 5:30 kůň žere a poté hodinu odpočívá. Odjízdet do práce je tedy možné až mezi 6:30-7:00 hod. Doba krmení a časový odstup po nakrmení se často nedodrжуje, zejména pokud bydlí kočí jinde, než kde má ustájeného koně.

**Kování** koní se provádí 1x za měsíc až 6 týdnů. Šetřit prodlužováním intervalu je nevhodné, protože současně s kovááním se tvarují kopyta, která bez včasné korekce přerůstají, a kůň získává nesprávný postoj, neumožňující využít plně tažnou sílu. Pro omezení uklouznutí koně na měkkém terénu se používají tupé tzv. štulny, což jsou vyměnitelné kovové ozuby, které se zašroubovávají do zadní části spodní plochy podkovy. Na ledu a tvrdém sněhu jsou vhodné ostré štulny. Na přední část spodní

plochy podkovy se ze stejných důvodů navařuje železná záběrová ploška - hmatec. Okování koně nesmí být ustájeni společně, ani se nesmí spolu na volno pást, aby se kopáním vzájemně nezranili.



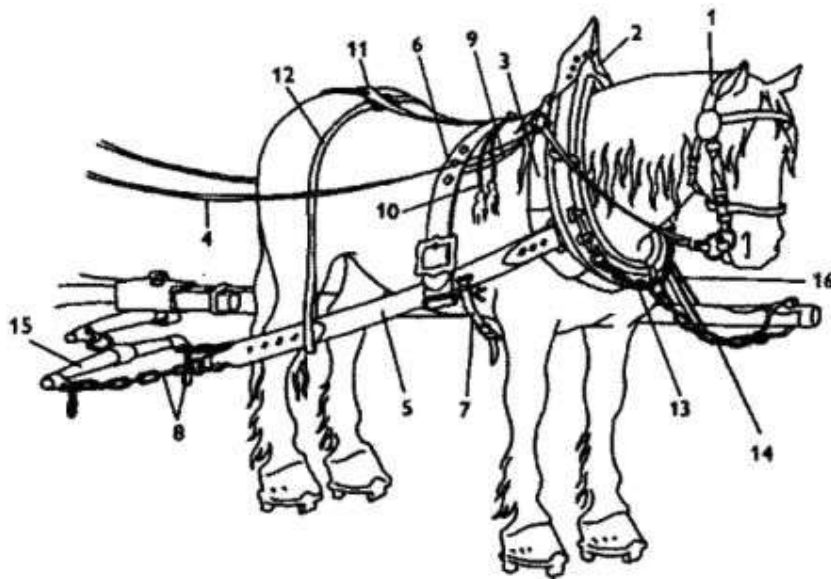
Obr. 15.17. Kování koní

Obr. 15.18. Velikost chomoutu

Podle regionů se používají různé **typy postrojů**. Převládá **chomoutový postroj** (který se vyvinul z vojenských postrojů, a který, pokud je kompletní, umožňuje tah i při couvání zvířete), u něhož je důležitá správná velikost, protože má celým obvodem spočívat na svalstvu před lopatkami a ponechat ramenní klouby mimo tlak, čímž jim ponechá plnou pohyblivost, umožní přenos tažné síly, nedosedá na kohoutek a nedoléhá na dýchací trubici. Malý chomout nespočívá na prsní svalovině, tísní obvod krku a omezuje dýchání koně i jeho tažnou sílu. Velký chomout (či prasklý a rozvalený) dosedá až na kohoutek, případně přesahuje za něj, doléhá na lopatky, a omezuje pohyb ramenních kloubů, neumožňuje využití tažné síly koně a způsobuje bolestivé otlaky a kloubní deformace. Hmotnost koně a i mohutnost jeho krku v průběhu roku kolísá, proto je třeba mít pro každého koně nejméně dvě velikosti chomoutu. Ke každému chomoutu by měly být alespoň dvě podošky, aby je bylo možné denně střídát, a propocené nechat vyschnout. Cena pobočin vede kočí k tomu, že je nahrazují řetízky provlečenými gumovou hadicí. Tato náhrada je nevhodná (řetízek na rozdíl od kůže nepruží a všechny rázy, vznikající tahem dříví se přenášejí na koně) a nebezpečná. Při pádu koně občas nezbyvá nic jiného, než při jeho uvolňování pobočinu přeseknout, a to je u řetízků nemožné. Přijatelnější je použití horolezeckých lan, která pruží, a lze je v případě nouze přerušit. Aby byl přenos tažné síly dokonalý, musí být výslednice tažné síly shodná se směrem pobočiny. Je-li výslednice tahu nízká, chomout se překlápí dolů, odlehčuje se jeho horní část a dolní část chomoutu je přetěžována. Hrozí nebezpečí rozlomení chomoutu, kůň se dusí tlakem na dýchací trubici a omezuje se pohyblivost ramených kloubů, současně se vznikem otlaků. Je-li výslednice tahu vysoko, chomout se překlápí nahoru, čímž se odlehčuje jeho dolní část a přetěžuje horní. Opět hrozí rozlomení chomoutu, současně s otláčováním kohoutku (záhřívku) o který se chomout opírá. Navíc tento způsob zatížení zvedá koni hlavu do nepřírozené polohy a spodní hrana chomoutu tlačí na dýchací trubici. **Praskání chomoutů**, které je signálem nevhodné výslednice tažné síly, bývá v praxi řešeno okováním chomoutů, přestože má být řešeno posunutím úchytů pobočin na chomoutu (nazývaných hašpy) do optimální výšky. Nestačí-li otvory vyvrtané výrobcem chomoutu (zpravidla tři), je nutné vyvrtat další. Výslednice tahové síly se upravuje i posunutím rozporky na pobočině, zavěšením do vzdálenějšího či bližšího článku řetízku. Málo se v ČR používá **poprsní postroj** (oblíbený v Maďarsku), jehož výhodou je naprostá nezávislost na okamžité tloušťce krku koně, a je tak použitelný celoročně, i pro střídání u více koní.

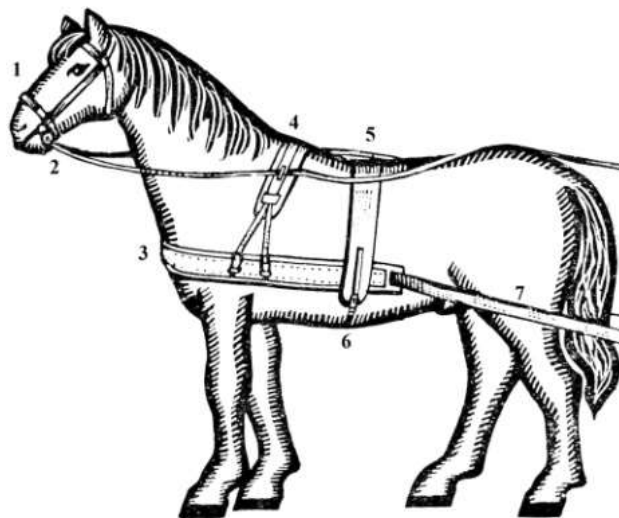


Obr. 15.19. Regulace souslednosti tahu a pobočiny



- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1 ohlávka    | 9 šlahoun     |
| 2 chomout    | 10 řemínky    |
| 3 poduška    | 11 podocasník |
| 4 opratě     | 12 nákržník   |
| 5 pobočina ) | 13 chomoutový |
| 6 náhrbetník | řetěz         |
| 7 podbřišník | 14 náojník    |
| 8 postraňky  | 15 rozporka   |
| (řetízky)    | 16 vodič oje  |

Obr. 15.20. Chomoutový postroj



- |                                |
|--------------------------------|
| 1 ohlávka                      |
| 2 opratě                       |
| 3 poprsnice<br>(poprsní řemen) |
| 4 nákrčník                     |
| 5 náhrbetník                   |
| 6 podpínka                     |
| 7 pobočina                     |

Obr. 15.21. Poprsní postroj

### Zásady BOZP při soustředování dříví koňmi

Základní požadavky pro zajištění BOZP při práci v lese a na obdobných pracovištích ukládá zaměstnavateli zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce. Konkrétní pokyny BOZP pro soustředování dříví koňmi jsou obsažena v nařízení vlády č. 339/2017 Sb. V rámci požadavků na zajištění bezpečnosti osob provádějících soustředování dříví koňmi je nutné dodržovat tyto zásady BOZP:







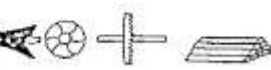
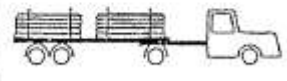
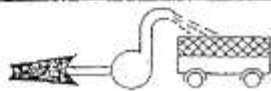






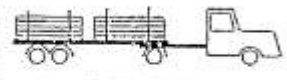
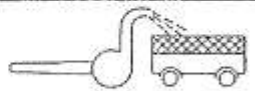
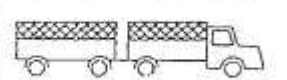


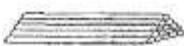







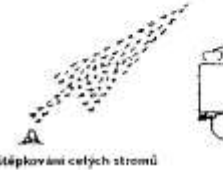

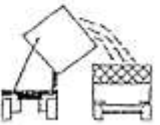
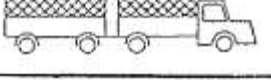
- před zahájením vlastního soustředování musí být odstraněny překážky z přibližovacích linek a určeny ohrožené prostory
- nesmí se stoupat na soustředované dříví, nepřekračovat jej za pohybu a při skládkování dřeva se musí dodržovat přirozený sklon skládky
- při uvolňování dříví na svahu musí stát kočí na horní straně uvolňovaného nákladu
- zákaz omotávání opratí kolem ruky nebo těla při vedení nebo řízení koně
- při vyvádění a vedení koně musí jít kočí po jeho levé straně a nesmí vláčet opratě nebo postraňky po zemi
- zákaz odepínání úvazku od potahu před jeho upevněním nebo sejmutím ze soustředovaného dříví
- při delším stání zapřažených koní nebo jejich krmení při pracovních přestávkách na pracovišti musí být koně zajištěni vypnutím zevních postraňků a musí být pod stálým dohledem



- prostředky používané k dopravě na pracoviště a k soustředování, jejich vybavení, příslušenství a pomocné nářadí, kování a postroje koní musí být v řádném technickém stavu tak, aby byla zajištěna bezpečnost a plynulost práce a koním nebyly způsobeny otlaky a odřeniny
- zákaz postrojovat koně do nevyhovujících postrojů
- vůz při zapřahání koní musí být zabrzděný, postraňky lze zapnout až po zapnutí držáků na oji, zapřažení koně nesmí být bez dozoru dospělé osoby
- v porostech, ve kterých probíhá současně těžba, se zakazuje pracovat s potahem v ohroženém prostoru (2x délka kácených stromů), potahy nesmí pracovat na svazích, kde hrozí nebezpečí samovolného pohybu dříví
- k soustředování dříví se zakazuje používat mladé, nevyčvičené a lekavé koně a koně se zlozvyky, mladí koně (zpravidla od 3 let) se mohou používat při výcviku pouze pod vedením zkušené obsluhy
- koně kopaví a kousaví musí být označeni výstražnými tabulkami, a to i mimo stáj, kůň kousavý musí být mimo stáj opatřen náhubkem
- při čištění koně musí stát kočí (závozník) vždy po boku uvázaného koně, k čištění koně není dovoleno používat hřebíčku, hřebíček se může použít pouze k odstraňování prachu a nečistot z kartáče
- před postrojením koně je kočí povinen koně nejprve nauzdit a pak teprve postrojit.

### 15.6. Mechanizované pozemní soustředování dříví

Již několik desetiletí je mechanizované soustředování dříví naprosto převládajícím způsobem přemísťování dříví od lokality pařez (P) na lokalitu odvozní místo (OM), a to jak v ČR, tak i v ostatních lesnický vyspělých zemích. Při optimálním řešení technologické fáze soustředování dříví je nutno dbát na technologickou provázanost technických prostředků v celém komplexu operací, a jejich seřazení do výrobního postupu, vycházejícího z těžební metody.

Práce u pařezy	Přiblížovací linka (cesta)	Skládka dříví	Odvoz dříví
 stromová metoda těžby			
			
			
			
 kmenová metoda těžby - celé kmeny			
			
			
 kmenová metoda - krácené kmeny			
 sortimenní metoda těžby			
			
 stěpkování celých stromů			

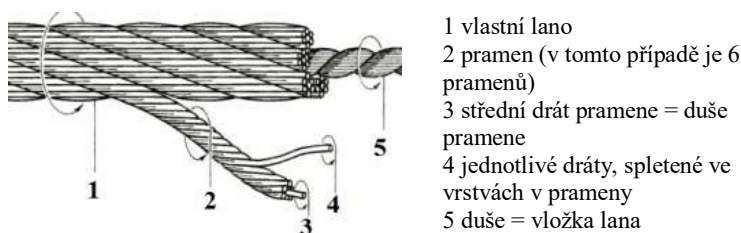
Obr. 15.22. Příklady řešení a návaznosti alternativ technologických fází těžebně-dopravního procesu

### 15.6.1. Lana, řetězy a úvazky v lesním hospodářství

Lana jsou vyráběna z různých materiálů - ocel, umělá vlákna, konopí aj. V lesnictví jsou nejčastěji používána **lana ocelová**. Ocelové lano je velmi členitý strojní prvek vyrobený z daného počtu holých nebo pozinkovaných ocelových drátů, stáčených ve svazky pravidelného průměru – prameny, jež jsou splétány v lana.

#### Základní užité vlastnosti lan

- lana lze namáhat pouze tahem a ohybem
- ocelová lana mají oproti lanům z jiných materiálů velkou nosnost při malém průměru
- ohebnost a schopnost navíjení na bubny a průchodu přes kladky
- relativně nízká hmotnost
- dobrá odolnost proti opotřebení
- schopnost prodlužování, splétání, koncování, apod.

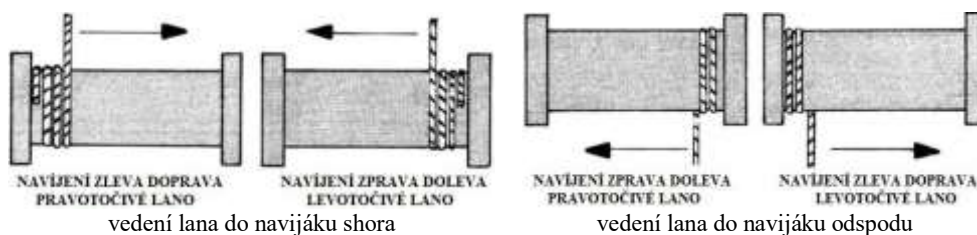


Obr. 15.23. Základní části lana

#### Základní konstrukční vlastnosti lan

- **materiál**
  - ocel o jmenovité pevnosti 1270, 1570 a 1770 MPa, (ale i 1960 a 2160 MPa pro nosná a kotevní lana lanových dopravních zařízení), ocelová lana jsou vyráběna ze speciálních drátů profilovaných za studena, zpravidla kruhového průřezu, dráty jsou buď holé, nebo pozinkované
  - konopí (přírodní materiály)
  - umělá vlákna.
- **účel a oblast použití** (nosná, tažná, kotevní, montážní, pomocná, řídicí apod.)
- **konstrukce** (způsob vinutí a uspořádání drátů a pramenů, počet pramenů, počet drátů, jmenovitý průměr lana, jmenovitý průměr drátů, apod.)
- **povrchová úprava** (holá, pozinkovaná, polouzavřená, uzavřená, válcovaná)
- **válcované prameny a válcovaná lana** válcováním jednotlivých pramenů a celých lan se lana zhutňují, a při menším průřezu jsou válcovaná lana pevnější, než lana běžná. Hladký válcovaný povrch zvyšuje životnost lan nižším otěrem, nižší tření o půdu ulehčuje vlečení nákladu.
- **úprava vnitřního pnutí** (neumrtvená, umrtvená)
- **pevnostní charakteristiky** (jmenovitá pevnost materiálu drátů lana v MPa, dovolené zatížení lana v kN)
- **počet pramenů** (nejčastěji šestipramenná)
  - lana jednopramenná
  - lana vícepramenná
  - lana kabelová (svinutí několika lan)
- **konstrukce** (nejčastěji normální konstrukce)
  - kroucená lana – tuhé kroučivé lano, chybí duše, v lesnické praxi se nepoužívají, protože vyžadují velké rozměry kladek a lanových bubnů, nelze je splétat – spojování je možné jen lisovanými spojkami
  - normální konstrukce – všechny dráty stejného průřezu
  - konstrukce Seal – v každé vrstvě jsou dráty stejného průměru, průměry v různých vrstvách se liší (vnější vrstva tvořena silnějšími dráty). Každá vrstva má stejný počet drátů a tím i stejné stoupání (výšku vinutí), takže dráty vnější vrstvy dobře zapadají do úžlabí vrstvy vnitřní. Styková plocha mezi dráty obou vrstev je větší než u lan normální konstrukce, měrný tlak je tedy menší a trvanlivost lana větší. Proti lanům Warrington je odolnější proti otěru.

- konstrukce Warrington - zvětšení stykové plochy mezi dráty sousedních vrstev, ve druhé vrstvě jsou vystřídány dráty tenké a tlusté. Jsou ohebnější než Seal.
  - konstrukce Warrington-Seal – je kombinací obou konstrukcí. Prameny mají více vrstev drátů, vnější dráty mají větší průměr. Jsou velmi ohebná a odolná proti otěru.
  - konstrukce Filler – prostor mezi tlustými dráty vnitřních vrstev je vyplněn tenkými dráty.
  - **duše (vločka) lana** zlepšuje ohebnost a mazání lana. Může být **textilní** (konopná, ze syntetických vláken), která je lehčí než ocelová, a tak jsou lana s textilní duší vhodná jako vázací, kotevní a závěsná; **kompaktní plastická duše** z vláken uzavřených v plastu má menší průtažnost než u textilní duše, lana s touto duší jsou vhodná jako tažná lana dlouhotraťových lanových dopravních zařízení; **ocelová duše** je tvořena jediným ocelovým pramenem, nebo lanem, lana s ocelovou duší jsou odolná proti drčení a mají o 15-20 % vyšší pevnost, než lana s textilní duší, používají se tam, kde je požadavek na vysokou pevnost při omezené kapacitě bubně – tj. jako tažná lana traktorových navijáků a tažná a vratná lana lanových dopravních zařízení; **ocelová duše s plastem** znamená, že ocelová duše je uzavřena obalem z polypropylénu, čímž je fixováno prostorové uložení duše i vnějších pramenů. Ve vzorcích lan je duše označena velkými písmeny: FC textilní vločka (NF přírodní vlákno, SF syntetické vlákno), SC ocelová duše (W středový drát, WS pramen, WR lano).
  - **vnitřní pnutí v lanech** způsobuje jejich kroucení. Lana zbavená vnitřního pnutí (**lana umrtvená**) nemají po rozvinutí snahu se zkrucovat. Umrtvení lana lze objednat o dodavatele nebo jej dosáhnout několikerým protáhnutím přes soustavu kladek.
  - **faktor vyplnění lana** je poměr mezi nosným průřezem lana a kruhové plochy vztahované k průměru lana. Pohybuje se v rozmezí 0,5-0,8.
  - **otevřenost lan**
    - lana otevřená – vyrobena jen z drátů kruhového průřezu (v LH nejobvyklejší)
    - lana polouzavřená
    - uzavřená
- Lana polouzavřená a uzavřená mají vnější vrstvu tvořenou střídavě dráty kruhového průřezu a dráty profilovými, které do sebe dobře zapadají a zabraňují vnikání vody do lana. Používají se jako lana kotevní nebo jako lana nosná u lanových jeřábů a lanových dopravních zařízení.
- **směr vinutí lan** - pravotočivá, levotočivá. Spojovat se mohou jen lana s totožným směrem vinutí! Při spojení lan s nesejným směrem vinutí se kratší, nebo tenčí lano tahem rozplétá. Volba směru vinutí lan závisí na konstrukci bubny navijáku – vedení lana do něj shora či odspodu, místa upevnění lana v bubnu – vpravo či vlevo, a smyslu navijení lana na buben – zleva doprava či zprava doleva (viz Obr. 15.24.)



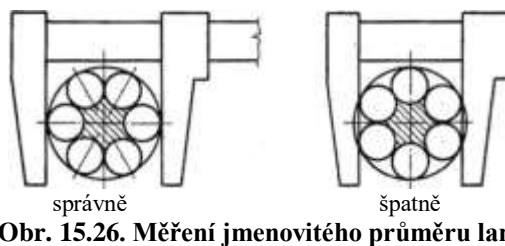
Obr. 15.24. Volba směru vinutí lana podle konstrukce navijáku

- **způsob vinutí lan, lana stejnosměrná** – směr vinutí drátů v pramenech a pramenů v lanu je shodný; lana ohebnější, odolnější proti opotřebení, tvoří smyčky, a aby se neroztáčela, mohou být jen pod malým trvalým napětím), **lana protisměrná** – směr vinutí drátů v pramenech a pramenů v lanu je opačný (lana jsou tužší, dobře se navinují, méně se rozkrucují), **lana souběžná** z drátů různého průměru (Seal), dráty se nekříží, styčná plocha je velká, **křížová lana** mají dráty v pramenu vinuty protisměrně oproti pramenu – jsou překříženy, mají lepší odolnost proti kroucení, ale nižší životnost. Splétat lze jen lana se stejnou délkou vinutí pramene v laně.
- **rozlišení lan podle jejich použití**
  - pohyblivá (tažná lana výtahů, lanovek, navijáků) musí být dobře ohebná
  - nepohyblivá (kotevní lana, nosná lana lanových jeřábů) ohebnost může být nižší.

**Měření průměru** lan se provádí posuvným měřítkem s širokými čelistmi, na dvou místech lana, vzdálených od sebe 1 m, ve dvou na sebe kolmých rovinách. Střední hodnota z těchto 4 měření udává průměr lana. Přípustná tolerance tloušťky nového, provozem neprotáženého lana je pouze plusová, u lan nad 8 mm průměru +4 až +1 %.

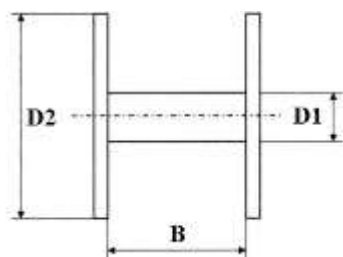


Obr. 15.25. Způsoby vinutí lan



Obr. 15.26. Měření jmenovitého průměru lana

**Kapacita bubnu** navijáku může být omezujícím faktorem při vyklizování dříví na velké vzdálenosti (na neúnosných půdách, v přirozeném zmlazení, z roklí, přes vodoteč atd.), a limitujícím faktorem při adaptaci traktorového navijáku na krátký lanový systém. U lanových dopravních zařízení se obecně dává přednost dražším lanům o menším průměru, ale se zachováním nosnosti. Přibližnou délku lana, kterou lze navinout na buben lze předem vypočítat.

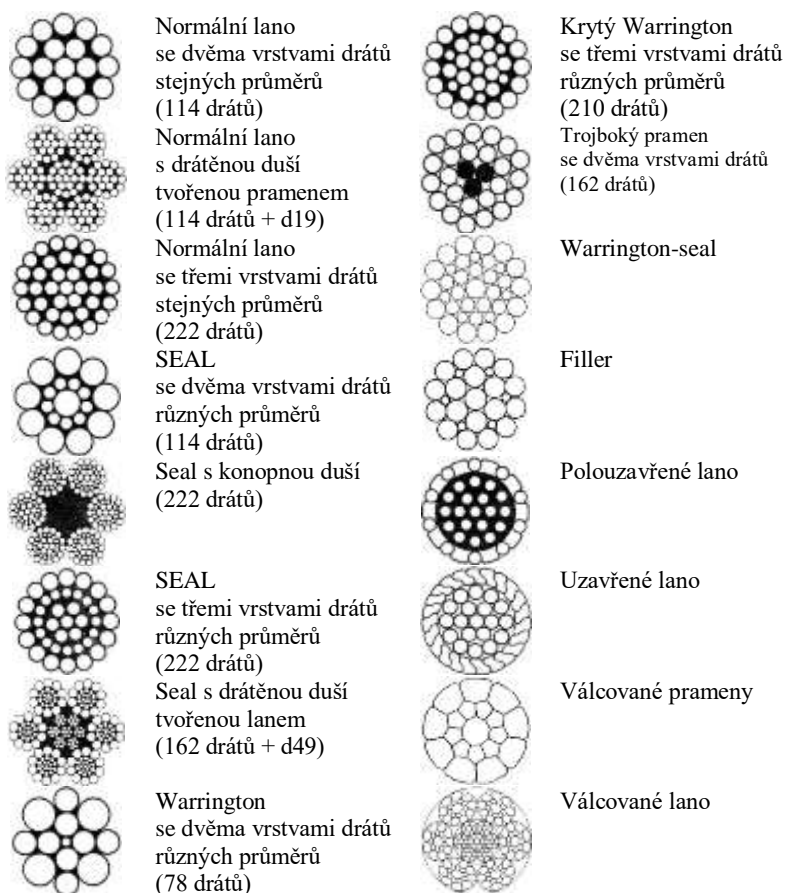


Výpočet kapacity bubnu

$$L = \frac{3,14 \times (D2x^2 - D1x^2) \times B}{4000 dx^2}$$

L délka lana  
D2 průměr bočnice v mm  
D1 průměr jádra bubnu v mm  
d průměr lana v mm  
B šířka bubnu v mm

Obr. 15.27. Výpočet kapacity bubnu navijáku



Obr. 15.28. Příklady konstrukce lan



**Číselné označení** (vzorec) konstrukce lana: číslice před závorkou = počet pramenů. V závorce jsou uvedeny počty drátů v jednotlivých vrstvách, písmeno v za závorkou = textilní duše (drátěná duše - písmeno d s počtem drátů v duši, např. +d19).

$$6 (1+9+9) + v$$

$$6 (1+9+9) + d14$$

Druh lana	Technická norma	Počet drátů (obvyklý počet)	Konstrukce lana (vzorec lana)
normální šestipramenné	ČSN 02 4322	114	6 (1+6+12) + v
normální šestipramenné	ČSN 02 4324	222	6 (1+6+12+18) + v
Seal šestipramenné	ČSN 02 4340	114	6 (1+9+9) + v
Seal šestipramenné	ČSN 02 4342	162	6 (1+6+10+10) + v
Seal šestipramenné	ČSN 02 4344	222	6 (1+6+15+15) + v
Seal šestipramenné	ČSN 02 4346	330	6 (1+6+12+18+18) + v
Warrington šestipramenné	ČSN 02 4348	210	6 (1+6+ (6+6) +16) + v

**Tab. 15.3. Přehled běžně používaných lan**

**Konstrukční parametry ocelových lan** jsou důležité pro uživatele lana, který podle nich definuje základní užité vlastnosti lana

- vzorec lana
- jmenovitá hmotnost lana  $m$  [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}$ ] – hmotnost 1 m lana
- jmenovitá pevnost drátů  $\sigma_i$  [MPa] – nejmenší zaručená pevnost drátů v tahu
- jmenovitý průměr lana  $D$  [m] – průměr kružnice opsané lanu
- nosný průřez lana  $S$  [ $\text{m}^2$ ] – součet průřezů jednotlivých drátů
- jmenovitá nosnost lana  $F_{max}$  [N] – zatížení lana na mezi jeho pevnosti, součin jmenovité pevnosti drátů a nosného průřezu lana
- dovolené zatížení lana  $F_{dov}$  [N] – síla, kterou lze bezpečně zatížit lano, závisí na míře bezpečnosti vyjádřené součinitelem bezpečnosti  $k$

$$F_{dov} = F_{max}/k$$

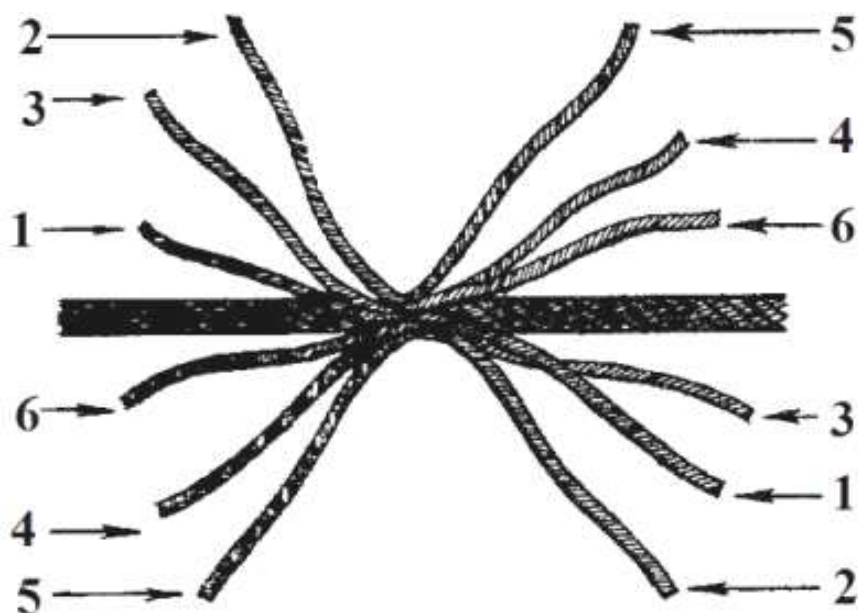
*k: lana navijáků traktorů 2–3, lesní lanovky 3–5*

- požadované vlastnosti lana (v objednávce) se specifikují údajem o ČSN s doplněním cifer pro označení materiálu a povrchové úpravy, průměrem a délkou lana; běžné hodnoty jmenovitých průměrů lan u traktorových navijáků jsou v rozpětí 10–14 mm.

Průměr lana mm	Hmotnost 1 m lana kg	Nosnost lana (kN) při jmenovité pevnosti (MPa)	
		1570	1770
8	0,25	39,6	44,6
10	0,37	63,5	71,6
12	0,54	87,0	98,1
14	0,73	124,5	140,3
18	1,16	197,0	222,1

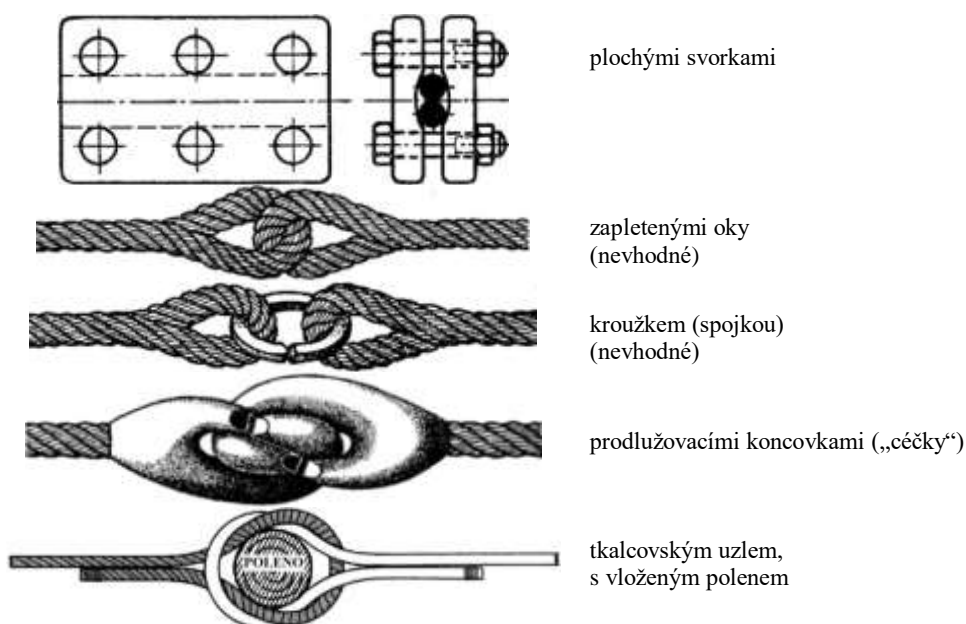
**Tab. 15.4. Příklad parametrů průměru, hmotnosti a nosnosti lana Seal**

**Možnost spojování lan** je velkou předností tohoto strojního prvku, neboť lze podle potřeby optimálně volit délku lana (trvale nebo dočasně), případně po přetržení lana jej opět spojit, nebo po vyseknutí poškozeného či nadměrně opotřebeného úseku lana zbylé části opět spojit. Spojovat se mohou jen lana s totožným směrem vinutí! Při spojení lan s nestejným směrem vinutí se kratší, nebo tenčí lano tahem rozplétá. Spojování jen zapletenými oky či kroužkem je nevhodné, protože se tahem lana vzájemně „přeřezávají“. Provozně oblíbeným způsobem je navázání dvou lan tkalcovským uzlem, do kterého je vloženo poleno, aby byla lana ohýbána přes co největší poloměr. Splétat lze jen lana se stejnou délkou vinutí pramene v laně.



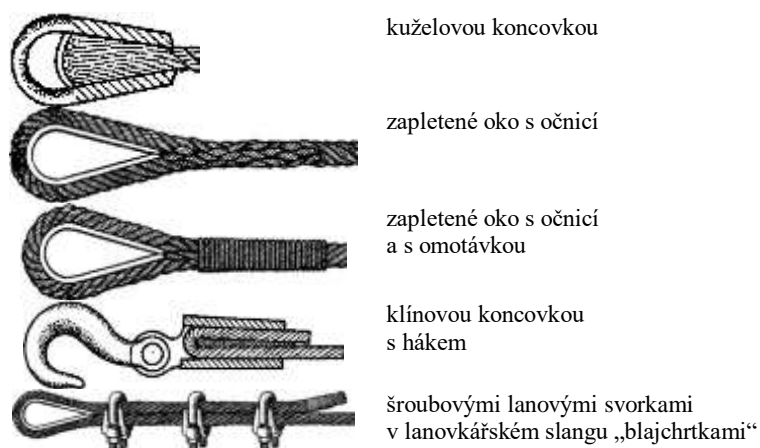
Spojování lan zapletením, buď **nakrátko** (obdoba koncování, zvětšuje se průměr lana ve spoji, délka spletu min 40 d, tj. min. 4krát provlékat každý pramen), nebo **nadlouho** (průměr lana ve spletu se nemění, délka spletu je min 1000 d, příklad: lano  $\varnothing$  10 mm, délka spletu 10 m, splétá se jen  $\frac{1}{2}$  počtu pramenů, v protilehlé části lana se vzájemně nahrazují odstraněné prameny)

**Obr. 15.29. Spojování lan zaplétáním**



**Obr. 15.30. Spojování lan – jiné způsoby**

**Koncování lan** je úprava konců lan lisovanými koncovkami, kuželovými koncovkami, nebo okem. Při použití plochých lanových svorek (provozním žargonem označovaných často jako „blajchrtky“) se jednotlivé svorky upevňují na lano v rozestupu min. na šířku svorky, na lana běžných tloušťek se jich používá 3-8 (na nejčastěji používaná lana o průměru 11-13 mm jich musí být 4-5), utaženy musí být momentem 33 Nm. Po krátké době provozu v plném zatížení se musí svorky dotáhnout. Pokud se svorky použijí na spojování lan – musí být na každé straně spoje plný počet svorek, což znamená, že prodloužení vyžaduje dvojnásobný počet svorek ve srovnání s koncováním lana! Třmen svorky má být na straně konce lana. Při prodloužení lan různého průměru se použijí svorky na větší průměr, a tenčí lano se přeloží tolikrát, aby vyplnilo prostor svorky.



Obr. 15.31. Způsoby koncování lan



třmen svorky je vždy na straně konce lana, na každé straně je plný počet svorek

Obr. 15.32. Spojování lan šroubovými lanovými spojkami

**Dělení a zkracování lan** se v dílnách provádí přepálením hořákem, nebo přeříznutím rozbrušovačkou, v terénu nejčastěji přeseknutím sekáčem a kladivem. Před dělením lana je nutno místo dělení po obou stranách opatřit omotávkou drátem, aby nedošlo k samovolnému rozpletení pramenů. Na omotávku se používá běžný vázací drát o průměru 1,5-2 mm, bandáž se utahuje co nejpevněji, délka omotávky je nejméně trojnásobek průměru lana, a omotávka se začíná vždy od budoucího konce lana.

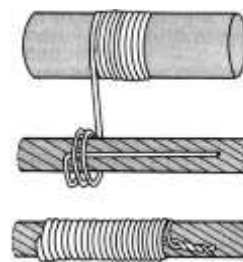


omotávka lana před sekáním



na každém budoucím konci lana jsou dělány dvě omotávky

přípravek na sekání lan

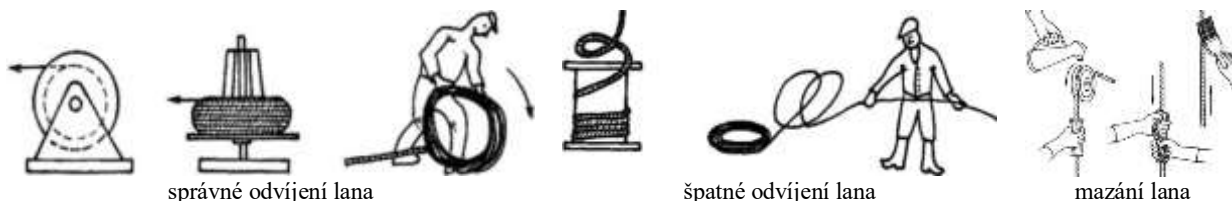


Obr. 15.33. Sekání lana v terénu

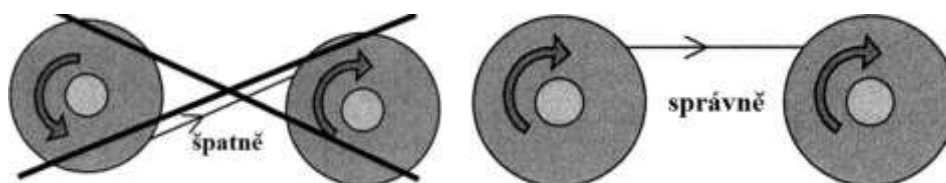
Obr. 15.34. Postup omotávky

### Péče o ocelová lana

- pravidelné čištění a mazání vhodným olejem pro snížení tření a proti vnikání vlhkosti do lana. Pravidelné mazání lan může prodloužit jejich životnost až o 1/3. Při výrobě lan je mazacím tukem prosycena duše lana, a tak se zatížením lana protlačuje tuk z nitra lana do středních vrstev. Po namazání lana nemá zůstat na jeho povrchu mastná, lepivá vrstva, protože může ovlivnit funkci samosvorných čelistí napínacích zařízení lanových dopravních zařízení.
- skladování v suchých prostorech navinutá na cívkách (min. průměr cívek = 40násobek průměru lana)
- při delším skladování lan na cívkách s nimi občas pootočit, aby z nich konzervační tuk nescapával, ale zůstal uvnitř lan
- správně lano odvíjet a zabránit tvorbě smyček
- minimalizovat „lámání“ lana ostrými ohyby, a omezit jeho styk při tahu s tvrdými předměty (kameny).

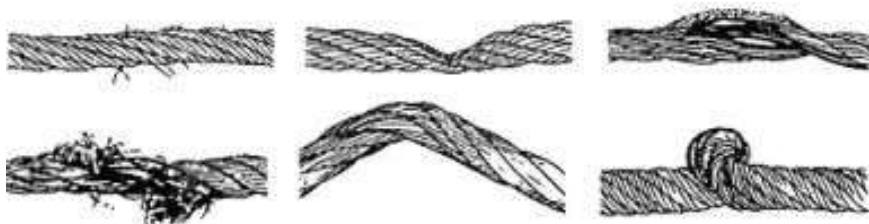


Obr. 15.35. Péče o lana



Obr. 15.36. Špatné a správné převíjení lana z bubnu na buben

**Příznaky poškození lan, vedoucí k jejich vyřazení** jsou přetržení pramene, zmenšení jmenovitého průměru o více než 15 % jmenovitého průměru, opotřebení vnějších drátků o více než 1/2 jejich průřezu, přetržení více než 15 % viditelných drátků na jedné délce vinutí, silná deformace (zploštění na eliptický průřez) nebo uvolnění pramenů lana, uzel nebo smyčka, lom lana, silná koroze, nápadné prodloužení lana, modré zabarvení zakalením.



Obr. 15.37. Některá poškození lan, vedoucí k jejich vyřazení

Počet nosných drátů vnější vrstvy lana (bez drátů výplně)	Počet viditelných lomů drátů			
	křížové vinutí lana		stejnoseměrné vinutí lana	
	na délce 6 d	na délce 30 d	na délce 6 d	na délce 30 d
do 50	4	8	2	4
51 - 75	6	12	3	6
76 - 100	8	16	4	8
101 - 120	10	19	5	10
121 - 140	11	22	6	11
141 - 160	13	26	6	13
161 - 180	14	29	7	14
181 - 200	16	32	8	16
201 - 220	18	35	9	18
221 - 240	19	38	10	19
241 - 260	21	42	10	21
261 - 280	22	45	11	22
281 - 300	24	48	12	24
více než 300	0,08 n	0,16 n	0,04 n	0,08 n

6 d = šestnásobek průměru lana, 30 d = třicetinasobek průměru lana, n = počet nosných drátů vnější vrstvy lana

Podle FRAUENHOLZ, 2008

Tab. 15.5. Poškození lan, které je příčinou jejich vyřazení

**Úvazky** slouží k uvázání nákladu (stromu, kmene, výřezu) a k jeho připevnění k tažnému lanu navijáku (rozporce při soustředování dříví koňmi). Pro vlečení dříví se používají **lanové** a **řetězové úvazky**, k šetrnému poutání směrových kladek na stojící stromy se používají **textilní úvazky**.

**Lanové úvazky** jsou vhodné za podmínek, kdy je úvazek stále v tahu, aby se neuvolnil a nesmekl z kmene. Stálé napnutí úvazků se nejlépe zajistí přibližováním v polozávěsu nebo proti svahu, v příznivých terénních podmínkách (narážením nákladu na překážky se úvazky uvolňují), na neabrazivních podkladech a vlečení na kratší vzdálenosti. Vyrábí se ze šestipramenných lan s pevnostními charakteristikami obdobnými jako u lan navijáků. Délka úvazku do probírek postačí 1 m, pro mýtní těžby se používá délka 1,5-2 m. Na jednom konci úvazku je zpravidla hák, kluzný hák, nebo válečková objímka; na druhém konci je zapletené oko, kovové oko apod., aby bylo možné vytvořit samosvornou smyčku pro upevnění nákladu. Úvazky s válečkovou objímkou mají navlečený kluzák, do kterého se objímka zasune, a používají se při metodě sběrného lana.

**Řetězové úvazky** jsou proti lanovým těžší, ale jsou použitelné v kamenitých terénech, na trasách s protispády (nemají snahu se uvolňovat) a na delší vzdálenosti. Zhotovují se z článkového řetězu ze

standardních a vysokopevnostních, ořezavých legovaných a zušlechťených ocelí. Pevnostní charakteristika vysokopevnostního řetězu je řádově 50 kN, koeficient bezpečnosti 2. V našich podmínkách je nejčastěji používán kruhový tvar průřezu materiálu oka, používán je i tvar hranatý (čtvercový) mající zvýšenou pevnost o 8-9 %, výrazně lépe svírá kmen, má vyšší odolnost vůči ořezu, vyšší životnost, klade jen o málo větší odpor při vlečení dříví. Na jednom konci řetězového úvazku je oko, na druhém hák nebo profilované oko, které je na jednom konci zúžené alespoň na délku šířky řetězu. Profilované oko bývá navlečeno též na koncovém oku (další typy úvazků viz obr. 16.9.). Délka/hmotnost úvazků je 1,6 m/3,5 kg; 2,0 m/4,2 kg; 2,5 m/5,1 kg. Výhodou řetězových úvazků je pevně obepnutí kmene (se zasunutím článku řetězu do profilovaného oka, takže se úvazek nemůže sesmeknout ani při uvolnění tahu), mohou se jednoduše zkracovat při použití profilovaného oka nebo otvoru na kolesně nebo na traktoru (viz obr. 14.9.); tvar řetězových článků umožňuje vysokou tažnost řetězu (prodloužení řetězu při přetížení) a varuje obsluhu před blížícím se přetržením, některé druhy řetězů vykazují tažnost 20 % (protahání o 20 cm na 1 m délky), a při přibližování po spádu působí řetězové úvazky jako brzda.

Jmenovitý průměr článku (mm)	Šířka článku (mm)	Hmotnost (kg/m)	Nosnost (kN)
6	20,0	0,74	13,3
7	23,0	1,00	18,2
8	26,5	1,30	23,9
9	30,0	1,65	30,2
10	33,0	2,00	37,3

Tab. 15.6. Parametry standardních řetězů na úvazky



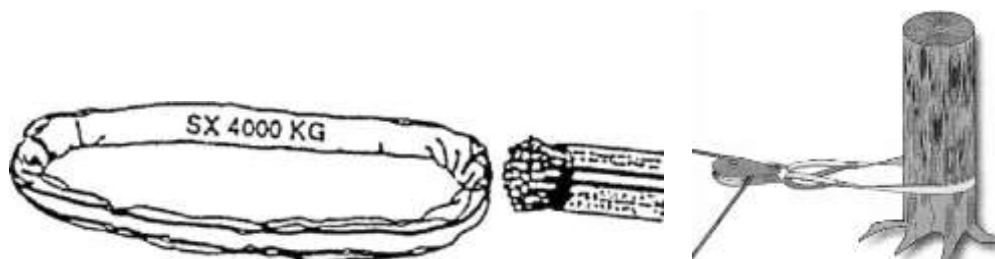
různé druhy lanových úvazků

lanový úvazek s válcovou objímkou a kluznou sponou

řetězový úvazek

Obr. 15.38. Úvazky

**Textilní úvazky** jsou vyrobeny z nekonečného svazku vysoce pevného polyesterového či jiného vlákna, uloženém v ochranném obalu. Jsou lehké; mají vysokou nosnost; široký rozsah tepelného použití (-40 až +100°C); chrání povrch stromu, na který jsou upevněny; dodávají se v provedení nekonečném nebo s oky; základní nosnost je 500-30 000 kg, a lze ji zvýšit způsobem poutání (jednoduché, do smyčky, paralelní - zdvojené); délka nekonečného úvazku = obvod, běžně dodávané délky jsou 1,0 m, 2,0 m, 3,0 m až 20 m; nosnost úvazků je znázorněna barevně a nápisem na obalu úvazku; jsou vhodné pro upevňování kladek a kotveních lan lanových dopravních zařízení na stromy; nevhodné jsou jako úvazky pro vlečení dříví!



Obr. 15.39. Textilní úvazek a jeho použití při poutání směrové kladky na strom

Jmenovitá nosnost v tunách	Způsob poutání úvazku		
	přímý	smyčka	paralelní
1	1	0,8	2
2	2	1,6	4
5	5	4	10
8	8	6,4	16

Tab. 15.7. Dovolené zatížení textilních úvazků při různém způsobu poutání

**Lana textilní** (konopná a z umělých vláken), se zpravidla nenavíjejí na bubny, ale skládají se do svitků – viz Obr. 15.40.



Obr. 15.40. Postup skládání textilního lana do svitku

### 15.6.2. Dálkové ovládání lesnické techniky

Přímá účast člověka při ovládání a řízení technických prostředků je zatím nenahraditelná. Obsluha musí být v bezprostředním kontaktu s nimi, pobývat v kabině (automobilů, traktorů, manipulačních linek, sázecích strojů, atp.), nebo stroje držet či přenášet (motomanuální stroje -motorové pily, křovinořezy, postřikovače). Jednou z výjimek jsou několik desetiletí stroje pro úvazkové soustředování dříví – navijáky, používané pro pozemní vyklizování dříví vlečením po povrchu půdy, i při soustředování dříví lanovými dopravními zařízeními. **Ovládání navijáků** traktorů a lanových dopravních zařízení je možné

- **od traktoru**
  - ovladači umístěnými v kabině traktoru
  - ovladači umístěnými na traktoru zvenčí, nebo na samotném stroji
- **dálkově**
  - jednoduchými způsoby (řetízky, lanky)
  - ovladači napojenými kabelem
  - infračerveným paprskem
  - povelovou radiostanicí.

**Ovládání navijáků od traktoru** může být

- **mechanické**, pákovými ovladači spojenými systémem táhel a převodů s řídicími mechanismy navijáků (brzdami a spojky, typickým příkladem je naviják TNP)
- **hydraulické**, pákovými ovladači, které jsou součástí rozváděčů a ventilů, řídicích výkonové hydraulické nebo pneumatické mechanismy navijáků (brzdy a spojky), případně pákovými ovladači propojenými s vlastními rozváděči lankovými táhly (bowdeny)
- **elektrohydraulické**, pomocí tlačítkových a páčkových ovladačů (elektrických spínačů a přepínačů), předávajících řídicí signály elektrického napětí do elektrohydraulických rozváděčů a ventilů, kterými jsou ovládány výkonové hydraulické nebo pneumatické mechanismy navijáků (brzdy a spojky)
- **elektromagnetické**, pomocí tlačítkových a páčkových ovladačů (elektrických spínačů a přepínačů), předávajících řídicí signály elektrického napětí do elektromagnetických silových prvků, kterými jsou ovládány výkonové hydraulické nebo pneumatické mechanismy navijáků (brzdy a spojky).



Konkrétní řešení **ovládání** navijáku **z kabiny** traktoru závisí na konstrukci navijáku. U starších typů bylo běžné ovládání mechanické pákové, případně hydraulickými pákovými ovladači, nyní se mechanické ovládání používá u jednodušších typů navijáků, zpravidla jednobubnových, integrovaných s přibližovacím štítem a nesených na 3bodovém závěsu UKT. U hydraulického ovládání jsou z důvodu bezpečnosti vyloučeny hydraulické rozvody v kabině, ovladače zůstávají u místa řidiče v kabině, rozváděč a trubní či hadicové rozvody tlakového oleje jsou umístěny vně kabiny a rozváděč je pomocí bowdenů spojen s pákovými ovladači. Častá jsou hydraulická a elektrohydraulická ovládání. Ovládání z kabiny je účelné při zdvihání nákladu do polozávěsu, spouštění nákladu a lanování. Pro vyklizování dříví z porostu není vhodné, neboť z kabiny nebývá optimální výhled na vyklizované dříví. Obdobně, u lanových dopravních zařízení je ovládání z kabiny možné, jen když je dokonalý výhled na trasu lanovky. S takto ovládaným navijákem není reálné pracovat v jednočlenné obsluze (nízká produktivita práce) a je nutný závozník (vazač), s možností nepřesné signalizace mezi ním a řidičem.

**Ovládání navijáků z vnějšku traktoru** je prostřednictvím tlačítkových elektrohydraulických a elektropneumatických ovladačů, umístěných na zadním blatníku. Přenos řídicího signálu k výkonovým prvkům (brzdy a spojky navijáku) je obdobný předešlému. Výhoda ovládání z vnějšku traktoru je v omezení nástupu a výstupu řidiče do traktoru - řidič může odpoutávat náklad. Nevýhody jsou obdobné jako u ovládání z kabiny traktoru, navíc je zde riziko úrazu, neboť traktorista se nachází nepříliš chráněn poblíž pohybujícího se dříví.

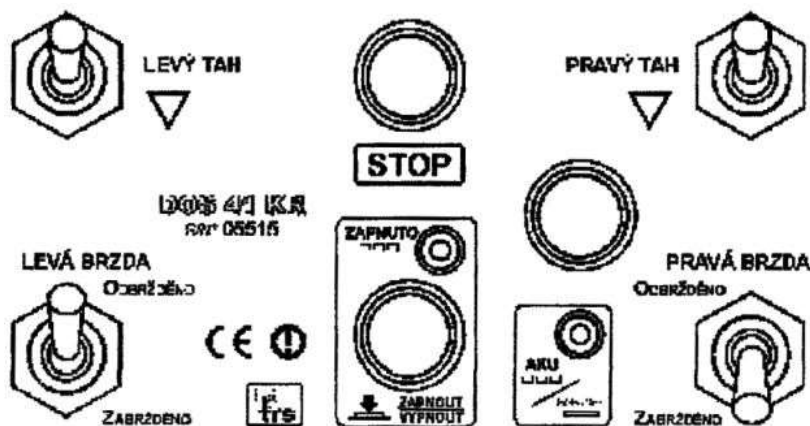
**Dálkové ovládání jednoduchými způsoby**, lanky nebo řetízky přímo spojenými se silovými mechanismy navijáků (zejména spojky) je jednoduché, funkční a levné a rozšířené v nabídkách výrobců navijáků (např. Farmi, Igland, KMB). Tahem za lanko se sepne spojka navijáku a na buben se začne navíjet lano. Povoláním tahu se spojka vypne a navíjení se zastaví (jedná se tedy i o bezpečnostní prvek). Dosah ovládání je dán délkou lanka (cca 5 m), což zajistí zvýšenou bezpečnost traktoristy, který nemusí zůstat v blízkosti navijáku a může se přesunout na místo s lepším výhledem na trasu vyklizování. Ani toto řešení neumožňuje jednočlennou posádku a je obtížně použitelné v nepřehledném terénu (stromy, keře). Z technologického pohledu je toto řešení jednodušší analogií ovládání navijáku kabelem.

**Kabelové dálkové ovládání** navijáku (např. KON 2) je rozšířené u traktorů a lanových dopravních zařízení poháněných a tažených traktorem. V transportní poloze bývají skříňka s ovladači (tlačítkovými a páčkovými) a kabel dálkového ovládání zavěšeny na blatníku traktoru. Před vyklizováním dříví se kabel rozvine a pracovník s ovládací skříňkou odstoupí do bezpečné vzdálenosti na místo s výhledem na trasu vyklizování (odstoupení od stroje a setrvání mimo ohrožený prostor je důležité i pro případ nehody, přetržení lana, převrácení traktoru). Z povelové skříňky jsou sepnutím spínačů posílány řídicí, případně i výkonové signály k silovým ovladačům navijáku (brzda, spojka). Výhodou kabelového ovládání jsou nízké náklady, možnost ovládání více funkcí (navíjení, brzdění, dálkové startování), vyloučení příjmu parazitního signálu, a možnost obsluhovat stroj z místa nejlepšího výhledu na pracoviště. Nevýhodou je relativně krátký dosah (cca 10 m) a nemožnost jednočlenné obsluhy - možnost disharmonie v signalizaci mezi řidičem (strojníkem) a závozníkem (vazačem) je zachována.

**Dálkové ovládání infračerveným paprskem** se u traktorových navijáků používá výjimečně. Výhodou je příznivá cena, možnost ovládání více funkcí (podle dokonalosti zařízení) a možnost jednočlenné posádky. Nevýhodou je omezený dosah (cca 20 m) a skutečnost, že funguje jen na přímou viditelnost. Ovladačem jsou vysílány řídicí impulsy, které jsou v přijímači signálu, umístěném na traktoru, měněny na signály výkonové, jež jsou přiváděny k silovým prvkům (elektromagnetické hydraulické a pneumatické ventily a rozváděče, či elektromagneticky ovládané spojky a brzdy).

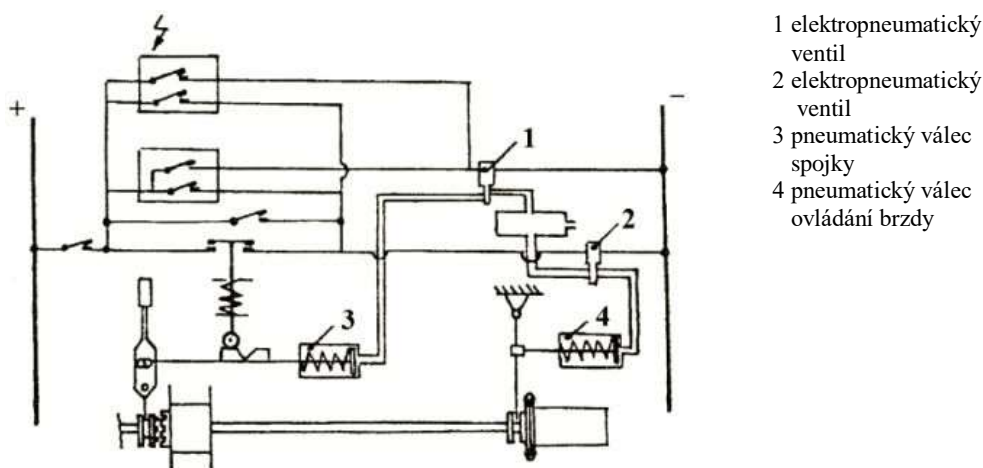
**Dálkové ovládání navijáků povelovou radiostanicí** je nejdokonalejší, a dlouhou dobu se používá u traktorových navijáků a lanových dopravních zařízení. Z tuzemských výrobků jsou známé povelové radiostanice VAW 010 nebo Lesana 2, vyráběné v Tesle Pardubice. Radiostanice Lesana 2 pracují v pásmu 167 až 174 MHz a jejich dosah činí až 600 m. Řadu povelových radiostanic DOS s typy DOS 41 TA, DO 41 DA a DOS 42 LA vyrábí TRS Pardubice. Jejich frekvenční pásmo 430 MHz je srovnatelné s pásmem používaným zahraničními radiostanicemi v oblasti vlnové délky 70 cm. Na trhu

je řada zahraničních výrobků, např. firmy Telenot Electronic (typy F9 ET, F9 DT), HBC (typy Vector 2, FST 508 Orbit), Terra Fernwirktechnik (typ FA5-S1, FA5-D1, FAP-X2) atd., se srovnatelným počtem povelů, jako u tuzemských, včetně spínače přivolání pomoci, který vyše nouzový signál na stanovené místo.



Obr. 15.41. Panel vysílače DOS 41

**Povelová radiostanice** sestává ze dvou základních částí: z vysílače, který má při sobě pracovník, a z přijímače, umístěného v kabině stroje. Systém má rádiové dálkové jednocestné ovládání s nastavitelnou adresou bez potvrzování přenosu. Povel ve formě datové zprávy s adresou je vysílán vysílačem pomocí ovladače (stiskem tlačítka nebo sepnutím spínače). Přijímač přijme datovou zprávu a vyhodnotí adresu a vlastní zprávu – povel. Přenesené povely jsou předány konektorovým nebo jiným rozhraním řídicím obvodům ovládaného stroje (elektromagnetické hydraulické a pneumatické ventily a rozvaděče, či elektromagneticky ovládané spojky a brzdy), které vykonají požadovaný úkon. Ztráta přenosu je vyhodnocena a zruší navolené povely. Současně je možno přenášet počet povelů, příslušející danému typu. Poslední povel je havarijní STOP, který ruší všechny navolené povely a uvádí stroj do klidu. Ke zrušení tohoto stavu je nutno provést Reset přijímače, u některých typů i vysílače (významný prvek bezpečnosti práce). Napájení vysílače je vestavěným akumulátorem, který na jedno nabití postačí zásobovat vysílač energií min. po dobu jedné směny. Přijímačem je tento řídicí signál vyhodnocen a zesílen do podoby signálu výkonového, který je pak přenesen pomocí elektrických vodičů k silovým prvkům. Přijímač pro svůj provoz využívá elektrické energie z obvodů základového stroje. Dříve významné riziko příjmu parazitního signálu a jím vyvolané nesprávné funkce navijáku, je u soudobých radiových stanic vyloučeno kombinací nosné a kontrolní frekvence, a unikátního adresování obou přístrojů tvořících soupravu povelové radiostanice. Náklady vynaložené za povelovou radiostanicí se rychle vrátí, ať již úsporou pracovníků, zvýšenou produktivitou práce, a v neposlední řadě i zvýšenou úrovní bezpečnosti práce.



Obr. 15.42. Schéma dálkového ovládání navijáku

Označení	Výrobce	Počet povelů
Lesana 2 typ TS 30	Tesla Pardubice	4 povelý vysílané tlačítky s okamžitou polohou + 1 tlačítkem signálu STOP, 2 povelý vysílané páčkovými vypínači s pevnou polohou, celkem 6 pracovních povelů, paralelní aktivaci dvou povelů lze jejich počet zvýšit na 7; postačuje pro ovládání dvoububnového navijáku
Lesana 2 typ TS 31	Tesla Pardubice	4 povelý vysílané tlačítky s okamžitou polohou + 1 tlačítkem signálu STOP, 4 povelý vysílané dvěma páčkovými třípolohovými přepínači, 4 a 3 povelý vysílané otočnými přepínači A a B, celkem 15 pracovních povelů, postačuje pro ovládání lanovky
DOS 41 TA a DA	TRS Pardubice	7 pracovních povelů, z toho 6 vysíláno současně, sedmý povel vylučuje současný přenos kteréhokoliv předchozího povelu + osmý povel STOP
DOS 42 LA	TRS Pardubice	7 pracovních povelů, z toho 7 vysíláno současně + osmý povel STOP
FST 508 Orbit	HBC (SRN)	6 povelů vysílaných tlačítky s okamžitou polohou, spínač signálu přivolání pomoci
Vector 2	HBC (SRN)	8 povelů vysílaných tlačítky s okamžitou polohou, 2 přepínačové, spínač signálu přivolání pomoci
Patrol	HBC (SRN)	až 8 povelů vysílaných tlačítky s okamžitou polohou nebo přepínačových, spínač signálu přivolání pomoci
FA5-S1	Terra Fernwirktechnik (SRN)	4 povelý vysílané tlačítky s okamžitou polohou, spínač signálu přivolání pomoci
FA5-D1	Terra Fernwirktechnik (SRN)	8 (6) povelů vysílaných tlačítky s okamžitou polohou nebo přepínačových, spínač signálu přivolání pomoci
FA5-X2	Terra Fernwirktechnik (SRN)	10 (8) povelů vysílaných tlačítky s okamžitou polohou nebo přepínačových, spínač signálu přivolání pomoci
F9 ET	Telenot Electronic (SRN)	7 povelů vysílaných tlačítky s okamžitou polohou nebo přepínačových, spínač signálu přivolání pomoci
F9 DT	Telenot Electronic (SRN)	11 povelů vysílaných tlačítky s okamžitou polohou nebo přepínačových, spínač signálu přivolání pomoci

Tab. 15.8. Přehled parametrů některých povelových radiostanic

**Výhody dálkového ovládání povelovou radiostanicí z hlediska technologického**

- zařízení lze ovládat z místa lepšího výhledu na trasu, než umožňuje postavení stroje
- při vyklizování dříví posádka doprovází náklad, a proto může zastavit navijení dřívě, než nastane kolizní situace
- při ovládání lanových dopravních zařízení radiovou povelovou stanicí lze pohonnou stanicí řídit z více míst (jak z paseky vazačem, tak strojníkem)
- umožněna je integrace těžby a vyklizování dříví.

**Výhody dálkového ovládání povelovou radiostanicí z hlediska ekonomického**

- možnost jednočlenné posádky při soustředění dříví
- možnost jedním traktorem a posádkou dvou pracovníků zajistit vyklizování ze dvou směrů současně (u dvoububnových navijáků).

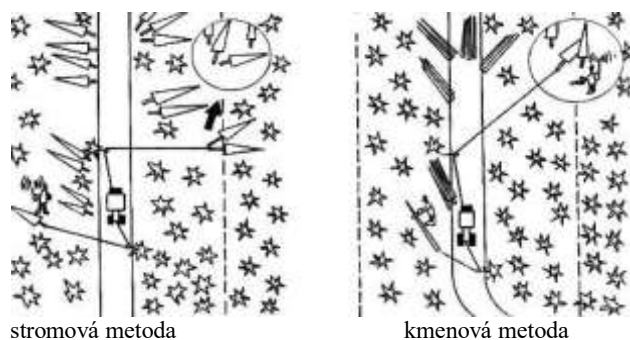
**Výhody dálkového ovládání povelovou radiostanicí z hlediska OBP**

- pracovník není vystaven vibračním působením provozem traktoru
- pracovník je vzdálen od zdroje hluku a výfukových plynů
- pracovník není vystaven riziku zasažení padajícím traktorem v případě jeho převrácení
- vyloučením závozníka v jednočlenné posádce je znemožněno nedorozumění vedoucí k nesprávnému či žádnému vyhodnocení zvukového či optického signálu jednoho pracovníka od druhého (a to i při předem jednoznačně smluvených signálech!)
- včasným zastavením navijáku (při doprovázení nákladu) se předchází kolizním situacím (náráz do pařezy, stojícího stromu - s vyvrácením, zlomem, přetržením lana)

**Bezpečnostní prvky** v systémech dálkových ovládání: Výkonový signál - signál pro zahájení navijení lana na buben, smí být vysílán jen při záměrném působení na ovladač (stisk tlačítka, přesun páčky), jak u povelové radiostanice, tak u všech ostatních forem dálkového ovládání. Po uvolnění ovladače musí fungovat zásada „mrtvého muže“, tzn., že daná výkonová funkce musí být okamžitě zrušena (zastaven chod bubnu navijáku). Pouze funkce, které nejsou výkonové - rozepnutí spojky, mohou být

řešeny tak, že i po ukončení přímého dotyku pracovníka na příslušný ovládací prvek (na páčku elektrického spínače), vysílá vysílačka signál dále, a to až do přepnutí ovladače do původní polohy. Dokonalejší povelové radiostanice bývají vybaveny funkcí „alarm“, kdy po nastavené době bez příjmu jakéhokoliv signálu přijímač zablokuje stroj a spustí výstražný signál, případně automaticky upozorní základní pracoviště.

**Podmínky provozu povelových radiostanic:** Spektrum radiových elektromagnetických vln je považováno za přírodní zdroj, jehož využívání se koordinuje jak v jednotlivých státech, tak celosvětově. Za tím účelem existuje mezinárodní organizace, Mezinárodní telekomunikační unie ITU se sídlem v Ženevě, jež je součástí OSN. Je odpovědná za koordinaci, plánování, řízení a standardizaci telekomunikací a stanovuje pravidla pro rádiový, telegrafní a telefonní provoz, a zapisuje kmitočty jednotlivým státům. Rozhodnutí ITU je pro členské země závazné, a odráží se v národním Radiokomunikačním řádu. Za plnění předpisů odpovídá inspektorát radiokomunikací, resp. jeho specializovaná pracoviště. Jejich pracovníci registrují porušování povolovacích podmínek rádiovými stanicemi a postihují jejich provozovatele. Každý stát si tedy chrání přidělené kmitočty a přísně s nimi hospodáří. Nepovolené vysílače mohou ohrožovat rádiové sítě záchranných služeb, hasičů, civilní obrany, případně i letecký provoz, proto může být vysílání bez povolení hodnoceno jako trestný čin. **Povelové radiostanice** a telemetrické radiostanice mají vymezenou část kmitočtového spektra elektromagnetických vln **za horní hranicí krátkých vln, tj. nad 30 MHz**, které se nevyužívají pro komerční rádiové vysílání. Tyto stanice jsou určeny k dálkovému ovládní strojů a zařízení, nebo k přenosu dat rádiovou cestou, neslouží tedy k dorozumívání hlasem nebo obrazem. Provozování povelových radiostanic nevyžaduje zvláštní kvalifikaci obsluhy, ale nesmějí být používány jakékoliv povelové radiostanice, ale jen oficiálně schválené k provozování v ČR. Předpisem, upravujícím uvedení povelové radiostanice na trh je Nařízení vlády č. 426/2000 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na rádiová a telekomunikační koncová zařízení. V §3, tohoto nařízení vlády je stanoveno, ve smyslu zákona č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky, že před uvedením přístroje na trh musí být některým ze stanovených způsobů provedeno posouzení shody se základními požadavky uvedenými v § 2 odst. 3 tohoto NV. Prohlášení o shodě povelové radiostanice s technickými požadavky na výrobky (se všemi příslušnými zákonnými předpisy, technickými normami), musí být spolu s návodem k obsluze doloženo v technické dokumentaci radiostanice. Bez toho nelze radiostanici provozovat!



Obr. 15.43. Příklad technologického využití dálkově ovládaného dvoububnového navijáku v těžbě dříví

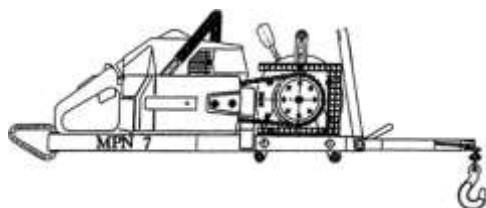
### 15.6.3. Malé mechanizační prostředky pro soustředování dříví

V Evropě se v 80. letech minulého století zvýšil zájem o **malé výrobní technologie**, pro něž je společné použití motomanuálních postupů a drobnějších mechanizačních prostředků nižší výkonnosti, použitelných pro nižší objemy prací, často i v hůře přístupných terénech. Ne všechny prostředky byly konstruovány s cílem využití pro transport dříví, ale byly určeny pro rekreační využití (ATVs prostředky – terénní čtyřkolky), nebo pro dopravu ulovené zvěře, a při transportu dříví se uplatnily později. V jejich prospěch hovoří nízké provozní náklady a šetrnost k životnímu prostředí. Většina těchto prostředků našla uplatnění u malých vlastníků lesů a v soukromém sektoru. Jednodušší a menší typy (přenosné navijáky) jsou vhodné pro plnění malých nárazových úkolů; technicky a technologicky dokonalejší (samohybné saňové navijáky, či minitahače a minivyvážče) jsou použitelné trvale, v kombinaci s jinými prostředky v běžném výrobním procesu. Využití uvedených prostředků je zejména ve výchovných těžbách, v těžbách mýtných jen výjimečně, za předpokladu, že jsou vyráběny

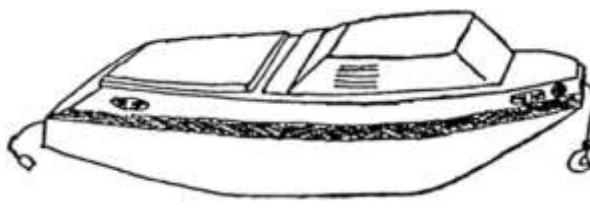
výřezy objemů, zvládnutelných omezenou trakční silou těchto strojů. V jednotlivých státech je pojem malá výrobní technologie (malovýrobní technologie) chápán rozdílně; ve Skandinávii jsou k malým technologiím přiřazovány i technologie založené na UKT. **V podmínkách ČR** lze za malé těžební technologie označit ty, které využívají následující malé prostředky pro soustředování dříví, seřazené od nejjednodušších k technicky dokonalejším

- přenosné navijáky – adaptéry k motorové pile
- přenosné navijáky s vlastním motorem
- malé navijáky na lehkém ručním podvozku
- malé samohybné saňové navijáky
- kolové a pásové samohybné navijáky a minitahače
- vyvážecí minisoupravy a minivyvážče.

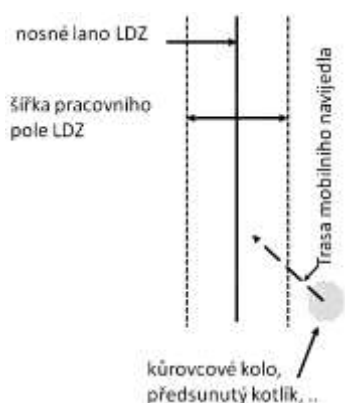
**Mobilní navijáky** jsou prostředky pro vyklizování dříví, od adapterů k motorové pile po samohybné prostředky, jejichž technologické využití závisí na technických parametrech (hmotnost, tažná síla a délka lana). **Adaptéry k motorové pile** jsou nejnižší skupinou mobilních navijáků, používaných k plnění malých nárazových úkolů. Vybaveny jsou brzdou lanového bubnu a funkci spojky bubnu plní odstředivá spojka motorové pily. Technické parametry jsou výsledkem kompromisu mezi přijatelnou hmotností, funkčností a výkonem motoru pily. Přenosný naviják LEWIS, opatřený na spodní straně kotevním okem, je vybaven lanem o  $\varnothing$  5 mm a délce 45 m, nebo  $\varnothing$  3 mm a délce 75 m. Vyráběn je i ve dvoububnové verzi: horní buben s lanem o  $\varnothing$  3 mm a délce 75 m a dolní buben s lanem o  $\varnothing$  5 mm a délce 45 m, umožňují práci v jednoduchém lanovém systému s tažným a vratným lanem. Na podobném principu jsou navijáky MPN7 a Multi KBF. Naviják Zollern PW 17 Multi má tažný navijecí buben nahrazen zásobníkem lana a tažná síla je vyvozována samostatným pudným mechanismem. Výkon motoru je 6 kW, kapacita lana  $\varnothing$  7,2 mm je 60 m, tažná síla 17 kN. **Přenosné navijáky s vlastním motorem** jsou schopny trvalejšího využití, ale protože je jejich hmotnost limitována přenosností, nedosahují výrazně lepších parametrů než adaptéry k MP. Příkladem je typ Kolpe 500, kotvený na kmen stromu, v jehož příslušenství jsou i čepce pro snížení tahového odporu vyklizovaného dříví. Jeho hmotnost, včetně lana o  $\varnothing$  4 mm a délce 35 m, činí 14 kg. **Malé navijáky na lehkém ručně taženém podvozku** řeší problém zvyšování hmotnosti navijáku nad rámec přenosných zařízení, při snaze zvýšit kapacitu i tažnou sílu navijáku. Vyšší hmotnost vyžaduje při ručním přemísťování uložení navijáku na lehký podvozek. Příkladem je Multi FKS, který je buď adaptérem k motorové pile, nebo je opatřen vlastním motorem s výkonem 4,5 kW. Hmotnost navijáku bez motoru a podvozku je 27 kg při kapacitě lana o  $\varnothing$  6,5 mm 80 m, a při  $\varnothing$  5 mm 120 m, tažná síla je 10 kN. **Malé saňové navijáky** mají navijecí ústrojí uloženo v kluzné vaně a v terénu se přesouvají přitahováním s využitím vlastních lan. Saňový podvozek s velkou dosedací plochou a nízkým měrným tlakem na půdu, jakož i přemísťování pomocí vlastního lana je předurčuje pro práci v málo únosných a svažitých terénech. Tato skupina zahrnuje malé navijáky s technickými charakteristikami předcházejících skupin, montážní navijáky s vyšší kapacitou tenkého lana (příslušenství k lesním lanovkám) a navijáky vyšší výkonové kategorie, určené pro trvalé nasazení. Příkladem je Ackja s motorem 4,8 kW, tažnou silou 8,5 kN a kapacitou lana o  $\varnothing$  6,5 mm až 100 m. Technicky propracovaným navijákem vyšší výkonové kategorie je tuzemský saňový dvoububnový naviják ALPMOBIL, který je typický uzavřeným člunovitým exteriérem. Vznětový motor 15,5 kW zabezpečuje tažnou sílu každého bubnu 14-22 kN při rychlosti navíjení 0,5-0,95 m.s<sup>-1</sup>, délka lan  $\varnothing$  8 mm 1x 150 m a 1x 200 m. Naviják se může pohybovat na svazích do  $\pm 35^\circ$ , je ovládán dálkově povelovou radiostanicí a umožňuje práci v různých technologických kombinacích: vyklizování dříví pod trasu lanovky prostým vlečením, vytvoření malého lanového systému s nosným lanem pro soustředování proti svahu, prosté stahování dříví po svahu dolů s brzdou funkcí vratného lana.



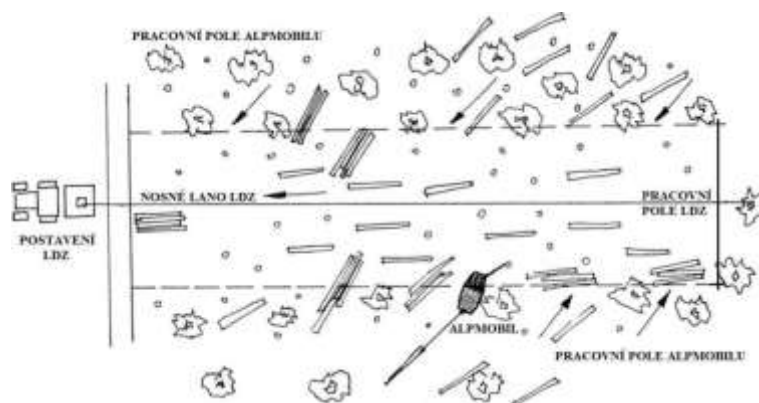
Obr. 15.44. Naviják k motorové pile MPN 7



Obr. 15.45. Saňový bvoububnový naviják ALPMOBIL



**Obr. 15.46. Rozšíření pracovního pole LDZ s použitím navijáku na motorové pile**

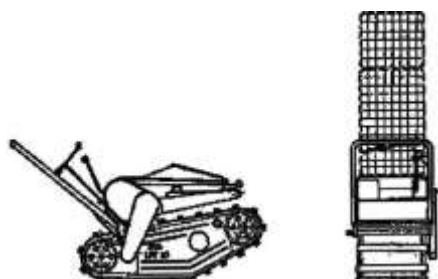


**Obr. 15.47. Rozšíření pracovního pole LDZ s použitím ALPMOBILU**

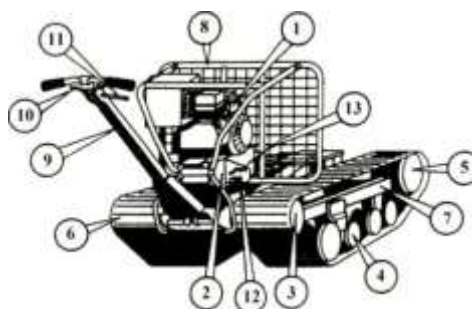
**Kolové a pásové samohybné navijáky a minitahače** vyklizují dříví ve výchovných těžbách k lince (svazkují, hromádkují); některé mohou přibližovat dříví jeho vlečením. Lesní pásový vytahovač Lesan 50 (SR) je opatřen zážehovým motorem 8 kW, který pohání pás podvozku i jednobubnový naviják. Tažná síla navijáku je 30 kN, při  $\varnothing$  lana 8,0 mm a rychlosti navíjení 0,3 m.s<sup>-1</sup>. Dodává se i verze s dvoububnovým navijákem pro vytvoření jednoduchého lanového systému, kdy je jeden buben s lanem  $\varnothing$  8 mm a tažnou silou 30 kN, druhý s lanem  $\varnothing$  4 mm a tažnou silou 5 kN. Při přesunu je ovládán portálovou rukojetí pracovníkem, jdoucím vedle stroje. Naviják se ovládá přímo, nebo dálkově radiem. Pojezdová rychlost je 4 km.h<sup>-1</sup>. Pásový tahač Husqvarna PRO 5 HP (železný kůň) je konstruován pro vyklizování dříví i jeho přibližování na krátké vzdálenosti v polozávěsu. V technologiích, založených na těchto strojích, se používá i postup, kdy pracovník provádí jak těžbu dřeva, tak následné soustřeďování. Přívěsy, používané s těmito prostředky, mohou sloužit i jako pracovní stoly (kozy), zvyšující pracovní výšku stromu pro odvětvení, a usnadňující nakládání dříví. V malých porostech je možné dříví soustřeďovat přímo na odvozní místo, čímž se eliminuje potřeba vyklizovacích linek. Minitahače, resp. minivývážecí soupravy lze používat ve všech těžebních metodách. Přestože se zdají být pracovní postupy s nimi jednoduché, není tomu tak, a práce s těmito stroji je náročná na intelekt obsluhy. V nerozčleněném porostu totiž musí pracovník odhadnout, na jak dlouhé trase naplní kapacitu vyvážení, a podle toho upravit rozestup linek. Pokud zvolí rozestup linek příliš velký, zůstane uvnitř porostu s naloženým strojem (bez možnosti couvat), a před ním bude zapojený porost. Nezbude mu pak nic jiného, než si „cestu z porostu prokácet“, a vytěžené dříví doložit při další jízdě. Podvozek je vybaven dvojicí pryžových pásů se zpevňovací vložkou, směrové řízení je pomocí oje spojené s kuželovými spojkami pásů, tj. při natočení oje na stranu dojde k přibrzdění příslušného pásu a k zatáčení stroje. Při jízdě pracovník přidržuje oj a kráčí před nebo za strojem. Na oji jsou i ovladače rychlosti a směru pojezdu (vpřed a vzad) i brzda. Tahač je vybaven jednobubnovým navijákem s tažnou silou 4,0 kN a délkou lana 30 m  $\varnothing$  8 mm. Ovládání navijáku je ruční od stroje. Pojezd i naviják pohání zážehový motor 4,0 kW. Pojezdová rychlost je 5 km.h<sup>-1</sup>. Stroj je vybaven jednoduchým otočným opletem se sklopnými klanicemi, pomocí něhož lze snáze přepravovat dříví ve svazku. Stroj může soustřeďovat dlouhé i krátké sortimenty, max. objem taženého výřezu je 0,75 m<sup>3</sup>. Stroj je použitelný i na málo únosných půdách a může pracovat i ve svažitých terénech. Jeho nasazení lze považovat za ekologicky šetrné, zvláště při výrobě kráceného dříví, kdy je sníženo nebezpečí poškození stromů vlečeným dřívím. Alternativou stroje je kolový tahač Husqvarna, který má podobné vlastnosti, ale vzhledem ke kolovému podvozku vyžaduje příznivější stanovištní podmínky. Na podobném principu jsou i pásové tahače Jonsered JH 125/5,5 HP a JH 129/9 HP, malý přibližovací pásový stroj Oxen s hydropohonem a výkonem až 12,0 kW, železný kůň Lennartsfors 2055 Standard s výkonem 4,0 kW a 2055/2099 s výkonem až 6,0 kW. V tuzemsku je v současnosti vyráběn malý přibližovací pásový stroj MK-18 (Obr. 15.51.), umožňující přepravovat náklad dříví o objemu cca 1-1,2 m<sup>3</sup>, tzn. o hmotnosti ca 800-1000 kg. Svými rozměry a pohyblivostí umožňuje vykonávat velmi úspěšně tuto práci v terénních podmínkách neumožňujících použití jiné techniky. Díky svému nízkému měrnému tlaku na půdu (1,4 N/cm<sup>2</sup> při prázdném stroji a 2,15 N/cm<sup>2</sup> při plně zatíženém stroji) je vhodným prostředkem pro méně únosná stanoviště. U stroje je možno zdůraznit některé z jeho užitečných parametrů:



- robustní konstrukce s nízkým těžištěm (velmi dobrá stabilita v extrémním terénu, uváděná svahová dostupnost 45 °)
- dálkové ovládání sklopného štítu, možnost aretace stroje při tažení dříví navijákem, schopnost začelování hraní a rampování dříví, úklid klestu, aj.
- dálkové ovládání navijáku, motoru a alternativně i směrového řízení stroje
- benzinový motor, 2válec, 18 HP, tahová síla navijáku 10 kN, pojezdová rychlost 4-6 km.h<sup>-1</sup>.



Obr. 15.48. Lesní pásový vyťahovač Lesan 50

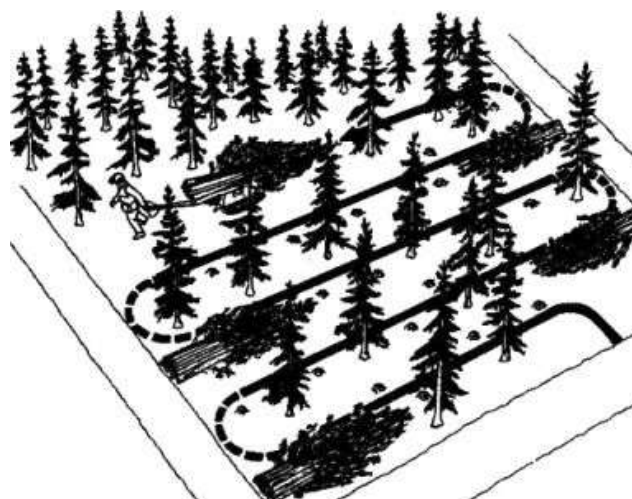


- 1 motor
- 2 převodovka
- 3 hnací kolo
- 4 pojezdové kladky
- 5 napínací kolo
- 6 pás
- 7 rám
- 8 štít
- 9 oje
- 10 akcelerační páčka
- 11 brzda
- 12 řadicí páka
- 13 reverzace

Obr. 15.49. Pásový minitahač Husqvarna PRO 5 HP



kmenová metoda



stromová metoda

Obr. 15.50. Schéma pohybu a ukládání dříví při použití minitahače



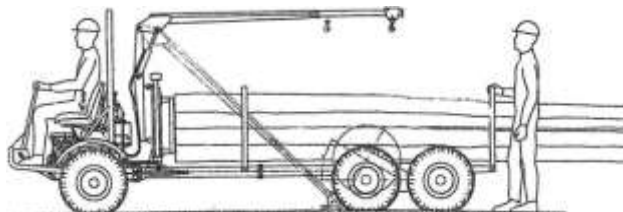
Obr. 15.51. Malý přibližovací pásový stroj MK-18 a způsob jeho využití

**Terénní čtyřkolky** (nesprávně nazývané čtyřkolové motocykly) jsou v zahraničí označovány jako **ATVs** (All Terrain Vehicles). Vznikly v Severní Americe, jejich původním posláním bylo rekreační využití a v lesnictví jsou nejvíce využívány ve Skandinávii. Známymi výrobci jsou Yamaha, Kawasaki, Polaris, Bombardier, Yuki. Konstrukce je odvozena z terénních motocyklů, což se projevuje na řízení a posedu obsluhy i konstrukci motoru. Dělí se do tří kategorií: sportovní, rekreačně-užitkové a užitkové. Pro přibližování dříví jsou vhodné poslední dvě kategorie s objemy motorů nad 300 cm<sup>3</sup> a výkonem 12–25 kW. Šířka je v rozmezí 1–1,4 m a hmotnost bez nástavby do 400 kg. Motory jsou čtyřtákní, kapalinou chlazené; převodovky manuální i automatické; náhon jedné, nebo obou náprav je kardanem. Pro soustředování dříví jsou ATVs vybaveny valníkem, přívěsem na rovnané dříví, kolesnou, a elektrickým, v jednodušších verzích manuálním navijákem s tažnou silou až 1 800 kp. Dodávají se i další adaptéry jako sněhový pluh, sekačka na trávu, vyvážecí přívěs včetně hydraulického manipulátoru nebo jeřábu, atd. Výhodou je vysoká průchodnost v terénu (u varianty s pohonem všech kol); rychlost při přesunech po komunikacích; postačí šířka linek pro jednoho koně (do 1,40 m); pokles výkonnosti v závislosti na přibližovací vzdálenosti je výrazně menší než u koně; a popularita u mladé generace, protože nevyžadují celodenní péči jako kůň, a jsou využitelné ve volném čase. V ČR se používá např. ATV Polaris Sportsman 500 s výkonem motoru 14,9 kW a pohonem všech kol.

**Sněžné skútry** přiblíží ve Švédsku každoročně 0,5 mil. m<sup>3</sup> dříví, z čehož 90 % pochází z probírkových porostů. Technologie jejich použití se opírá o hustou síť linek širokých přibližně 2 m.



Obr. 15.52. Terénní čtyřkolka



Obr. 15.53. Malý kolový forwarder



Obr. 15.54 Pásová vyvážecí souprava TERRI

**Vyvážecí minisoupravy a minivyvážče** soustřeďují dříví vezením na ložné ploše, a jsou vhodné pro metodu sortimentní ve výchovných těžbách. Rozdíl je v tom, zda se jedná o dva prostředky - vyvážecí soupravu (tahač+přívěs či návěs), nebo o jediný stroj - vyvážče, tvořený přední motorickou a zadní ložnou částí. **Vyvážecí minisoupravy** jsou spojením přívěsu či návěsu s minitahačem (železným koněm) či ATV. Firma Jonsered (Husqvarna) nabízí k železným koněm jednoduchý návěs s klanicemi a nehnanou bogie nápravou, který se na minitahač připojí místo otočného oplenu. Nosnost je 1 t, nakládání dříví je ruční, ale návěs lze vybavit i mechanickým či hydraulickým jeřábem. Jednoduché přívěsy jsou dodávány i k ATV, Tofta mod 1600 s nosností 1,6 t; nebo Nyvab s nosností 1 t.

**Minivyvážče** (mini-forwardery) tvoří jeden celek motorové a nosné části. Zpravidla jsou vybaveny hydraulickým jeřábem s drapákem. Existuje mnoho typů s 6 a 8 kolovým i pásovým podvozkem. Vyšší průchodnost v neúnosném terénu mají typy s pásovým podvozkem. Šířka těchto prostředků je do 1,6 m, hmotnost mezi 700-2 000 kg a výkon motoru 13-33 kW.

**Mini-forwardery** jsou určeny pro transport dříví z probírek, ale jsou schopny si poradit i s většími dimenzemi. Náklad kolísá mezi 1,5-2,5 m<sup>3</sup>, a výkonnost v intervalu 2,5-5 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> podle typu, vybavení a transportní vzdálenosti. Miniforwarder Jonsered 129 PRO je při práci veden za řídicí oj, vybaven je navijákem a může být vybaven i hydraulickým jeřábem s drapákem. Výkon motoru 7 kW, ložná kapacita 1–1,2 m<sup>3</sup>. Podobně je koncipován slovenský malý kolový transportér, jehož ložná kapacita je 3,0 m<sup>3</sup> dříví, dlouhého do 4,5 m. Motor má výkon 11,7 kW. Stroj je opatřen hydraulickým jeřábem a řízen řidičem. Švédský miniforwarder Scorpion má 8kolý podvozek, hydraulický jeřáb, výkon motoru 18 kW a nosnost 2,0 t.

K malým prostředkům pro vyvážení lze zařadit i v ČR známou vyvážecí soupravu TERRI s motorem 29 kW a nosností 3 t, vybavenou pásovým podvozkem s hydromechanickým pohonem, u které jsou pryžové pásy s ocelovými příčkami tahače vedeny po čtyřech kolech, u přívěsu po třech kolech, pásy tahače i přívěsu jsou poháněny hydraulicky přes zadní hnací kola. Hydraulický jeřáb s drapákem má

dosah 4,6 m. Klanicový přívěs je konstruován pro výřezy max. délky 5 m. Na přívěs může být namontován svěrný oplén pro přepravu dlouhého dříví. Velká styčná plocha pásů spolu s nízkou celkovou tíhou stroje umožňují dosažení příznivých hodnot měrného tlaku na půdu pod 0,05 MPa. Proto je stroj využíván ve zvláště chráněných územích.

Až na výjimky malé prostředky pro soustředování dříví dosud nezaujaly v ČR významnější postavení. Do budoucna by mohly hrát významnější roli v mladých porostech za předpokladu, že jejich pořizovací cena ovlivní ekonomiku provozu natolik, že budou výhodnější než UKT s navijákem.

#### 15.6.4. Traktory a tahače pro úvazkové soustředování dříví

Dominantní místo v pozemním soustředování dříví zaujímají **traktory** a **tahače**. Z technologického hlediska je významné nejen to, zda jde o univerzální kolové traktory (UKT) či speciální lesní kolové tahače (SLKT) s kolovým či pásovým podvozkem, ale jejich technologickou využitelnost ovlivňuje především vybavení. Tyto prostředky obsahují strojní součásti nutné pro soustředování dříví buď přímo z výroby (navijáky, rampovače, hydraulické výložníky a jeřáby s drapáky u speciálních lesních tahačů), nebo jsou základové stroje doplněny adaptéry dodatečně (těžební kompletace univerzálního traktoru). V současné době je přibližně 70 % objemu vytěženého dříví v ČR soustředováno traktory a tahači vybavenými lanovými navijáky, tedy úvazkovým soustředováním dříví. Základní použití traktorů a tahačů je v traktorových terénech, tj. terénech bezpečně sjízdných daným druhem traktoru a tahače. Za mezní sklon pro použití SLKT je v ČR považován 40% svah.

**Použití traktorů v traktorových terénech** při úvazkovém soustředování dříví je při

- vyklizování dříví lanem navijáku z pracovních polí
- vlečení nákladu dříví za jízdy traktoru – **přibližování**
- práce na skládkách dříví (**třídění, ukládání**).

**Použití traktorů v lanových terénech** při úvazkovém soustředování dříví je

- výjimečně pro soustředování dříví vlečením balíků celých stromů vlečením po spádnicí
- časté je vyklizování dříví šikmo svahem nebo po vrstevnici lanem traktorového navijáku při postavení traktoru na svážnici vedoucí terénem s nadlimitním sklonem
- odtahování dříví od nosného lana lanovky
- kombinované soustředování dříví lanovka – traktor (lanovka vyklizuje na vývozní místo - VM, traktorem se přibližuje z VM na OM).

**Další použití traktorů** v těžební činnosti

- pohonné stanice lanových dopravních zařízení
- základové stroje některých vyvážecích souprav
- tažné (trakční) prostředky (doprava různých substrátů, včetně odvozu dříví i řeziva)
- odvětvování protahovacími odvětvovacími stroji
- základové stroje některých zemních strojů a levnějších procesorů i harvesterů .

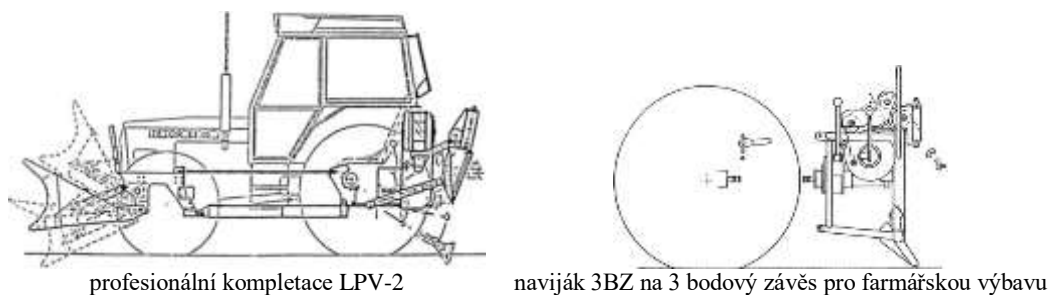
#### Výbava traktorů a tahačů pro pozemní úvazkové soustředování dříví

Úprava zemědělského, neboli univerzálního kolového traktoru (UKT) pro soustředování dříví je charakteristická dvěma úrovněmi. **Profesionální kompletace** pro soustředování dříví je přestavbou UKT na jednoúčelový speciální lesní stroj pro soustředování dříví, neschopný zemědělských a jiných prací bez zpětné přestavby. Výhodou je úplné vybavení traktoru potřebnými komponenty pro soustředování dříví (naviják - zpravidla dálkově ovládaný; úplný přibližovací štít, čelní rampovač), i to, že je naviják umístěn co nejbližší zadní nápravě, a tím je minimalizován posun těžiště směrem k zadní nápravě vlivem zatížení navijákem a taženým břemenem. Úprava UKT pro použití jako lesnický traktor by měla zahrnovat ještě

- úpravu vany motoru osazením hlubší jímkou mazacího oleje (zabezpečení mazání motoru při práci ve větším sklonu)
- výběr vhodné převodovky – postačí 2 x 4 (5) převodových stupňů, nejlépe s reverzací a měničem pohonu
- podvozek chráněn vanou a zpevněn, ráfky kol by měly být ztuženy navařeným ocelovým prutem po obvodu a ventilek chráněn ocelovou krytkou

- kabina by měla splňovat mezinárodní standardy ROPS – ochrana při převrácení traktoru, FOPS – ochrana proti padajícímu předmětu a OPS – ochrana proti proniknutí předmětů ze stran.

Profesionální kompletaci se traktor stává de jure jednoúčelovým strojem, který vyhláška MDS č. 341/2002 Sb. definuje jako samojízdný stroj, podobně jako mezinárodní norma ISO 6814, která tyto stroje označuje jako přibližovače (skidders). To mění kategorii vozidla z traktoru na samojízdný stroj, čímž se mění i některé požadavky na dopravní bezpečnost a technickou způsobilost. **Farmářská výbava UKT** je jednoduché, rychle montovatelné a demontovatelné vybavení zemědělského traktoru navijákem, zavěšeným na třibodový závěs hydrauliky, a traktor tak není blokován těžební výbavou pro jiné využití. Naviják bývá jednobubnový, s nižší tahovou silou, bez dálkového ovládání (nebo jen s jednoduchým ovládáním lankem) a zpravidla tvoří jeden celek s přibližovacím štítem a ochrannou sítí. Traktor nebývá vybavován čelním rampovačem, ani zpevněním podvozku, či doplňkovými ochrannými prvky kabiny. Zavěšení navijáku na 3bodový závěs způsobuje posun těžiště stroje vzad, což se ještě zvýší zatížením nákladem, a proto může dojít k odlehčení přední nápravy vedoucí až ke ztrátě říditelnosti. Zatížitelnost zadní nápravy nákladem je o 30 % nižší oproti profesionální kompletaci (náklad musí být úměrně nižší), a výkonnost UKT s farmářskou výbavou je tak ve srovnatelných podmínkách nižší, než profesionální kompletace. Pozitivním parametrem UKT s farmářskou výbavou je pořizovací cena, která je výrazně nižší než profesionální kompletace. Členění na profesionální kompletace a farmářskou výbavu je rámcové, protože existují i technicky dokonalé vícefunkční adaptéry, připojované k traktoru prostřednictvím třibodového závěsu, např. **navijáky s pojezdovými koly**, zvyšujícími přepravní kapacitu navijáku při přibližování zachycením části tíhy nákladu. Proto je pro označení adaptéru za farmářský nutno zohlednit celý soubor parametrů.



**Obr. 15.55. Rozdílné úrovně výbavy pro soustředování dříví UKT**

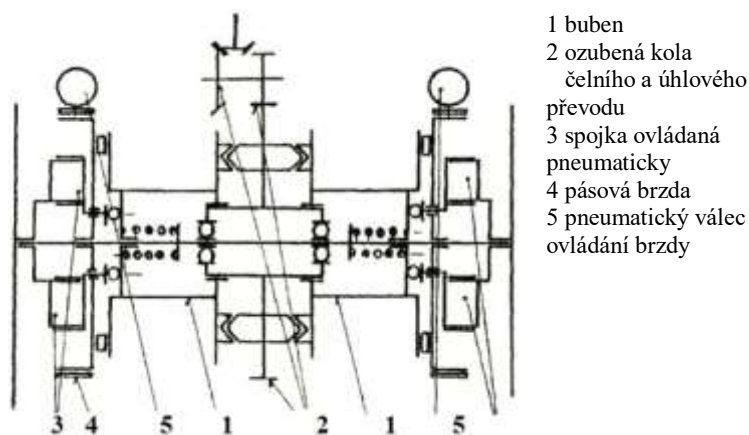
**Hlavním prvkem výbavy** traktorů a tahačů pro úvazkové soustředování dříví jsou **navijáky**, zvyšující jejich akční rádius v terénech, které nejsou celoplošně sjízdné. Navijáky jsou použitelné v předmýtních, mýtních i kalamitních těžbách. Ve výchovných a selektivních těžbách slouží k podtržení odříznutého stromu a k jeho usměrnění do žádaného pádu, k vyklizení stromů (kmenů a výřezů) k lince, sestavení nákladu a polozávěsnému přibližování s možností překonávání obtížných úseků přibližovací linky lanováním. V holosečných těžbách slouží k vyklizení a sestavení nákladu (často metodou sběrného lana) a polozávěsnému přibližování s možností lanování. V kalamitních těžbách se zlomenými stromy a vývraty slouží k rozebírání a vytahování odříznutých stromů a jejich částí na volnou plochu, přibližování, jištění koláčů vývratů proti překlopení při jejich odřezávání atd. Lze je použít pro klučení stromů, vlastní vyproštění, vyproštění jiného vozidla, a při dostatečné kapacitě bubnů je lze použít jako základ lanových systémů. Obvyklým použitím navijáků je i nakládání a skládání dříví. Navijáky se rozlišují podle

- **počtu bubnů** na jednobubnové, dvoububnové a vícebubnové
- **konstrukce podvozku** na saňové (samohybné, vlečené), samohybné s vlastním podvozkem
- **nesené a připojené k hnacímu stroji**, nejčastěji traktoru = **traktorové navijáky**
- **pohonu bubnů** – s vlastním motorem, bez motoru, mechanický pohon, hydraulický pohon, jiný pohon
- **ovládání** – přímé, dálkové (s krátkým či dlouhým dosahem)
- **určení** – pro pozemní soustředování (traktorové), lanovkové.

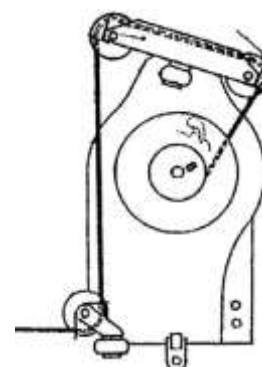
**Hlavní části navijáku** jsou buben (více bubnů), spojka, převodovka, brzdy a nosná konstrukce. Většinou jsou navijáky jednobubnové nebo dvoububnové, montované na zadní stranu rozvodovky traktoru. Existují i typy před přední nápravou, což je pro rozložení zátěže traktoru vhodné, ale spojené s problémem upevnění čelního rampovače – proto není tato koncepce používána často. **Buben** je složen



z bubnového válce, hřídele a přírub. Příkon je na buben přenášen zpravidla mechanicky od vývodové hřídele (prostřednictvím ozubených kol nebo v kombinaci s válečkovými řetězy), méně často hydraulicky. Při přibližování dříví musí být možné buben zablokovat, a to brzdou různé konstrukce. **Kapacita bubnu** = délka navinutého lana, je závislá na druhu zařízení a použitém průměru lana. Traktorové navijáky mají kapacitu 60-100 m, lanovkové navijáky 300-500 m. Uchycení lana na buben má být tak pevné, aby nebylo možné lidskou silou lano při rozvinování z bubnu vytrhnout, a zároveň, aby se při poruše mohlo z bubnu vytrhnout bez nebezpečí stržení či převrácení traktoru. Pevnost uchycení lana k bubnu má být cca 2 kN, a jsou-li na bubnu navinuty min. 3 závity lana, je možné využít plnou tažnou sílu navijáku. Na **lano** traktorového navijáku je navlečeno 5-10 ocelolitinyových **kluzáků**, do kterých se zaklesnou úvazky, upoutané na vyklizovaném dříví. Důležité je koncování lana, které je nejlepší klínovou koncovkou, mající zaručenou pevnost. Při vyklizování se kluzné spony opírou o koncovku a přenáší tažnou sílu na úvazky. Nepřípustné je koncování lana zauzlováním. **Spojky** zajišťují vypínání bubnů za chodu navijáku a při vytahování lana do porostu. Jsou montovány zpravidla na buben, nebo před převody pohonu bubnu. U nejjednodušších navijáků je použita kombinace spojky na traktoru, která vypíná samostatný hnací hřídel navijáku, tím se krátkodobě odlehčí hnací ústrojí navijáku, a podle okolností může být odpojena (nebo zapojena) zubová spojka navijáku. Spojky jsou jednodamelové, vícemelové, kuželové, čelist'ové a pásové. Mechanismus spojky je ovládán elektropneumaticky, hydraulicky, elektromagneticky i mechanicky. **Převodovka** slouží ke změně rychlosti a tím tažné síly navíjeného lana. Použití stavitelných převodových ústrojí není na dnešních navijácích běžné. **Brzdy** jsou pásové (na přírubách bubnů, nebo na předlohovém hřídeli), nebo čelist'ové (na vnitřní straně příruby bubnu nebo přímo uvnitř bubnu), u navijáků pro gravitační spouštění nákladů jsou i vzduchové vířivé brzdy, jejichž otáčky se dají plynule měnit, u jednoduchých starších typů navijáků je brzda nahrazena rohatkou s ručním ovládním. **Řadič** lana je ústrojí, jímž může být traktorový naviják vybaven, a které zlepšuje ukládání lana na buben. Rozeznáváme řadiče šroubové, dvoukladkové apod. U soudobých navijáků není použití řadičů obvyklé. U navijáku lze početně zjistit některé jeho **základní parametry**: min. průměr bubnu, kapacitu lana na bubnu, maximální, střední a minimální tahovou sílu, průběh rychlosti navíjení atd.



Obr. 15.56. Schéma dvoububnového navijáku



Obr. 15.57. Dvoukladkový řadič navijáku TNP

### Charakteristika některých tuzemských navijáků

**Naviják TNP** (traktorový naviják přibližovací) je jeden z nejstarších a stále používaných typů. Sestává z ocelolitinyové převodové skříně, ve které je dvojitý převod čelními ozubenými koly, z bubnu a kladkového řadiče lana. Na zadní část rozvodovky traktoru je přišroubován upínací deskou. Osa bubnu je rovnoběžná s osou traktoru, a lano se na buben navádí vyváděcí kladkou, upevněnou na otočném čepu pod navijákem na levé straně. Z vyváděcí kladky se lano vede na kladky ukladače lana, umístěné na koncích ramena otočného kolem čepu. Rameno se pootáčí při navíjení lana silou odvalování lana o navinuté závity lana na bubnu. Proti odvíjení se buben zabezpečuje (brzdí) rohatkou (ovládanou ruční pákou), zapadající do ozubení na přírubě bubnu. Naviják TNP bývá upraven elektropneumatickými mechanismy i pro dálkové ovládním. Tažná síla max. je 37 kN, průměrná 26 kN, průměrná rychlost navíjení lana  $0,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , kapacita bubnu lana  $\varnothing 12,5 \text{ mm}$  100 m.

**Naviják TUN-40** (traktorový univerzální naviják) vychází z typu TNP a je ovládán elektricky ručně nebo dálkově. Max. tažná síla je 40 kN, lano  $\varnothing$  14 mm má až 60 m.

**Naviják DTN-4** (dvoububnový traktorový naviják) má bubny navijáku kolmo k ose traktoru, opatřené sklopným přibližovacím štítem a čelním rampovačem. Na rozvodovku traktoru je přišroubován dvěma konzolami – horní je uchycena na přírubě poklopu hydraulického zařízení; dolní na zadní ploše rozvodovky. Pohon navijáku je od vývodového hřídele traktoru s otáčkami  $540 \text{ min}^{-1}$  přes šnekový převod s poměrem 11:1. Točivý moment je přenášen na hřídel s unášeci, na kterých jsou pásové spojky, které zabírají na vnitřní válcovou plochu navařenou na příruby bubnů, které jsou volně otočně nasazeny na hřídel čnicí z převodové skříně. Na koncích hřídele jsou unášecí talíře s pásovou třecí spojkou. Pákovým mechanismem je pás spojky roztahován pneumatickým válcem a přitlačován na vnitřní třecí povrch bubnu. Na vnější straně spojkového bubnu jsou pneumaticky přitlačovány pásy pásových brzd, které jsou jedním koncem upevněny na skříni navijáku. Každý buben je ovládán samostatně elektropneumaticky. Tlakový vzduch se přivádí elektromagnetickými ventily do pneumatických válců, takže probíhá buď navijení lana (zapnutá spojka), nebo odvíjení lana (uvolněná spojka a brzda). Jestliže se bubny neotáčejí, mohou být zabrzděny pásovými brzdami. Lano je z bubnu vedeno přes hubici (vodící válce) přibližovacího štítu, což je svislý obdélníkový štít pohyblivě uložený za zadními koly traktoru. Štít je opatřen dvěma lanovými hubicemi, a lze jej hydraulicky spustit k zemi a opřít o ni, pak slouží jako vzpěra pro zachycení silové reakce tažného lana při vyklizování dříví. Tažná síla každého bubnu je max. 40 kN, rychlost navijení lana  $0,55 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , kapacita bubnů je 200 m lana  $\varnothing$  12,5 mm. Naviják tak může sloužit i k pohonu lanového systému s délkou trasy do 100 m.

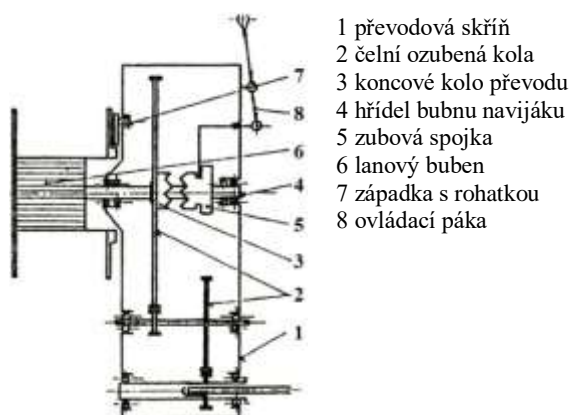
Tuzemský **naviják GOLEM 30** je příkladem navijáku neseného na třibodovém závěsu traktoru. Je agregátem jednobubnového navijáku lehké kategorie s přibližovacím štítem pro nahrnutí dříví na skládky do výšky 0,7-1 m. Pohon navijáku je mechanický od vývodové hřídele  $540 \text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$ , ovládání z kabiny i z venku ovládací skříňkou s kabelem (5-10 m) nebo radiostanicí. Naviják má spojku a brzdu shodného provedení s elektrickým ovládním, maximální navíjecí a brzdící sílu lze nastavit regulátorem na řídicí skřínce podle druhu těžby (ve výchovných těžbách je účelné omezit tažnou sílu natolik, aby bylo možné vyklizovat jen jednotlivé kusy) tloušťky a opotřebením lana. Spojka i brzda jsou třecí, nevyžadující po dobu životnosti obložení žádné seřizování. Rám navijáku nese ochrannou síť pro zabezpečení okna kabiny před průnikem lana nebo jiného předmětu. Po bocích navijáku jsou umístěny truhlíky na úvazky, řetězy, kladky a ochranné límce ke kladkám, veškeré pomůcky a nářadí tak mohou být umístěny na agregátu. Hmotnost navijáku je 300 kg, tažná (brzdná) síla na jádru bubnu 14-30 kN (seřiditelná), kapacita bubnu je 80 m lana  $\varnothing$  10 mm, rychlost navijení  $0,7-1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , dosah štítu pod úroveň základny 120 mm. Naviják Golem je vyráběn i ve verzi 431, která umožňuje jeho namontování na rozvodovku traktoru a používá se v kombinaci s horskou vzpěrou.

**Naviják 3 BZ** je užitnými vlastnostmi obdobný předešlému, integrován je s přibližovacím štítem a ovládán ručně z vnějšku kabiny. Tažná síla je 34-42 kN, rychlost navijení  $0,6-0,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , kapacita bubnu je 70 m lana  $\varnothing$  11,2 mm.

**Naviják LPV-2** je jednobubnový s elektromagneticky ovládanou čelistovou spojkou a brzdou, s nastavením maximální tažné a brzdné síly, jištěním proti přetížení a automatickým zastavením bubnu při přerušení nebo ukončení vytahování lana na volnochod. Ovládání je z kabiny nebo vně, tlačítkovou skříňkou, připojenou k řídicí jednotce kabelem. Má bezpečnostní systém ovládání s možností vybavení povelovou radiostanicí. Kapacita lana je 55-60 m při  $\varnothing$  11,2. Alternativní lana mohou mít  $\varnothing$  8-12,5 mm při odpovídajícím nastavení tažné a brzdné síly. Je montován k rozvodovce traktoru a může pracovat s přibližovacím štítem.

Progressivní konstrukce navijáků mají stroje řady LARIX, vyráběné Výzkumnou stanicí Školního lesního podniku Křtiny Mendelovy univerzity v Brně, z nichž typ **LARIX Kombi** je koncipován jako základový stroj pro lanový systém, je však použitelný i jako traktorový naviják.

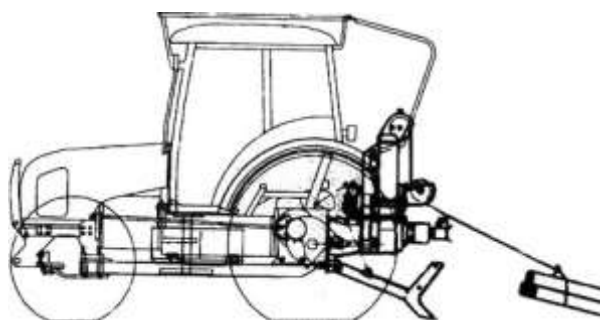




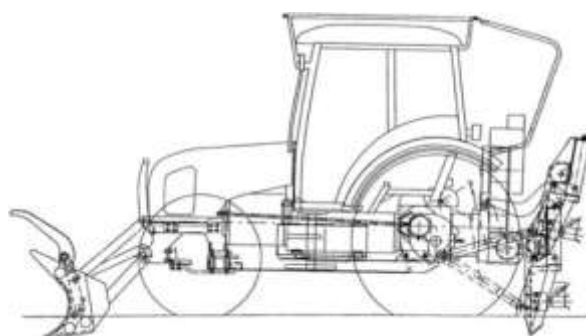
Obr. 15.58. Schéma navijáku TNP



Obr. 15.59. Dvoububnový naviják DTN-4 s věžičkou



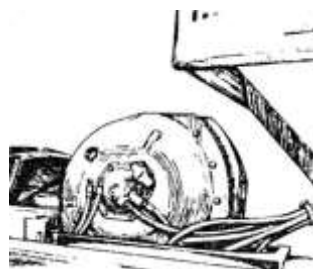
Obr. 15.60. Traktor s navijákem Golem 431 a horskou vzpěrou



Obr. 15.61. Profesionální kompletace FAGUS 420 s nízkým rampovačem



Obr. 15.62. Naviják TIGER RW 80 s pojezdovými koly



Obr. 15.63. Hydraulický naviják na SLKT

Všechny navijáky mohou být na traktor namontovány jako součást **těžební výbavy** (kompletace), jejímiž dalšími komponenty je čelní rampovač a ochranná vana. Příkladem je typ LPV-2 a FAGUS 420. **Těžební kompletace FAGUS 420** je vybavena dvoububnovým navijákem namontovaným na rozvodovku traktoru, sklopným štítem, ochrannou vanou a čelním rampovačem. Naviják je ovládán elektropneumaticky, má pásovou spojku i brzdu. Sklopný štít je opatřen dvojitou lanovou hubicí a jeho zvedací síla je 25 kN. Tažná síla navijáku je 42 kN, kapacita bubnu 60 m při  $\varnothing$  lana 11,2 mm. Rychlost navíjení lana 0,62–0,88 m.s<sup>-1</sup>. Odpor volnochodu je 60–80 N. Čelní rampovač je široký 1 530 mm, max. výška zdvihu je 1 270 mm, zvedací síla 10 kN. Ze zahraničních navijáků je příkladem **farmářský naviják** na tříbodovém závěsu **FARMI JR 351**, který má obdobnou koncepci jako tuzemský Golem 30, a podobné jsou i jeho parametry: integrovaný štít, tahová síla 35 kN, kapacita lana 65 m. Dalším příkladem je dvoububnový naviják **vyšší výkonové třídy IGLAD 9002 Maxo TL**, s tažnou silou max. 90 kN, který je možno namontovat na rozvodovku (v těžební kompletaci), nebo na 3bodový závěs výkonnějších traktorů. Kapacita lana  $\varnothing$  13 mm je 110 m. **Navijákem s pojezdovými koly** je **TIGER RW 80**, nesený na 3bodovém závěsu traktoru, opatřený jednoosým podvozkem, o který se opírá při přibližování. Je dvoububnový, s hydraulickým pohonem bubnů. Tahová síla je max. 80 kN, nosnost 40 kN. Kapacita lana  $\varnothing$  12 mm je 120 m.

**Na lesních kolových tahačích** jsou navijáky jednobubnové nebo dvoububnové, montované před kozlíkem nebo výložníkem. Na lesních kolových **tahačích řady LKT** jsou použity navijáky s max. tahovou silou 60 kN a délkou lana  $\varnothing$  14 mm do 80 m

- na LKT-81 dvoububnový naviják s hydrostatickým pohonem se zabudovanou lamelovou spojkou a suchou brzdou
- na LKT -90 A dvoububnový naviják s mechanickým pohonem
- na LKT-90 B jednobubnový naviják s mechanickým pohonem.

#### Příklady navijáků zahraničních tahačů:

- lesní kolový tahač **John Deere 360 D** je opatřen elektrohydraulicky ovládaným jednobubnovým navijákem s max. tahem 140 kN, 54 m lana  $\varnothing$  19 mm, rychlost navijení  $0,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- lesní kolový tahač **HSM 805** je opatřen elektrohydraulicky ovládaným dvoububnovým navijákem s max. tahem 80 kN, 110 m lana  $\varnothing$  12 mm, rychlost navijení  $1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

#### Další komponenty těžebních kompletací traktorů a tahačů

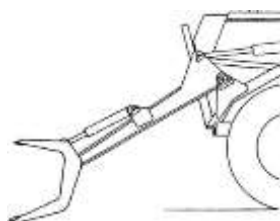
**Přibližovací štít pevný** slouží k opření nákladu při soustředování dříví v polozávěsu a chrání zadní část traktoru a pneumatiky před poškozením nákladem. Zabraňuje příčnému rozkývání nákladu a umožňuje jeho horizontální natočení. Zaručuje, že náklad za všech okolností napíná úvazky. Těmto funkcím musí vyhovovat tvar a sklon štítu a poloha hubice vyvedených lan. **Přibližovací štít sklopný** plní funkce štítu pevného, a navíc při vyklizování stabilizuje traktor, odlehčuje brzdy, zabraňuje podsunutí nákladu pod štít při sestavování nákladu na svahu a umožňuje nahrnutí a začelení kmenů na skládku.

**Lanová hubice** vyvádí lana z navijáku nad štít do polohy zaručující kontakt čela nákladu se štítem vylučujícím nadměrné napětí úvazků při průjezdu zatáčkou. U pevného štítu je hubice vysunuta dále dozadu než při sklopném štítu, aby náklad při zvedání nezabíhal pod štít. Rozměry lanové hubice mají dovolovat průchod lana s kluzáky a zavěšenými úvazky v obou směrech. Vzdálenost mezi navijákem a hubicí je co největší pro přijatelné ukládání lan na bubny. **Výsuvná lanová hubice** je ke štítu připojena teleskopickým členem, pohybovaným hydraulickým válcem, který umožňuje pozvednutí čel stromů do výšky potřebné pro vložení do protahovacího odvětvovacího stroje shora.

**Čelní rampovače a rampovací radlice** jsou montovány na přední část UKT a tahačů pro soustředování dříví. Čelní rampovače jsou schopny dříví nejen navalovat na skládky, ale i přizvednout je, rampovací radlice jsou analogií dozerských radlic a dříví přemísťují hrnutím a sunutím. Tyto adaptéry slouží pro práce na skládkách, k urovnávání skládek, navalování, přemísťování výřezů a urovnávání povrchu linek. Jejich základem je lžice (lopata, radlice), uložená sklopně (rampovač) nebo pevně (radlice) mezi dvěma podélnými kyvnými zdvihacími rameny, u rampovacího nakladače je radlice navíc vybavena prstem (prsty), shora přitlačujícím břemenem do lopaty. Všechny pohyby jsou vykonávány pomocí hydraulického systému. Rampovače se rozlišují podle výškového dosahu na nízké – zdvih max. 120 cm, a vysoké – zdvih 240 cm nad terén. Rampovací radlice se řadí do nízkých rampovačů. Montáž čelních rampovačů a rampovacích radlic na UKT účelně dotěžuje přední nápravu, proto nebývá cílem vylehčení jejich konstrukce. Zadní náprava UKT, zatížená navijákem, štítem a nákladem působí odlehčení přední nápravy, což při rozjezdech a jízdě do kopce může způsobovat ztrátu říditelnosti traktoru, až zvedání přední nápravy. U zemědělských orebních traktorů je tento problém řešen balastní zátěží předních kol, nebo litinovým závažím před chladičem. Technologické zařízení - čelní rampovač, tak účelně řeší i vyrovnání zatížení přední a zadní nápravy UKT. Dodatečné zatížení přední nápravy ale způsobuje u bezrámových konstrukcí UKT zvýšené namáhání monobloku (převodovky), který musí být zpevněn průběžnými svorníky. U novějších traktorů jsou vedeny mimo kabinu, ale u starších, dosud používaných typů omezují prostor v kabině. Ani toto zpevnění konstrukce ale nezabrání prasknutí převodové skříně při nevhodné technice soustředování dříví – uvolnění nákladu prudkým rozjezdem, kdy se traktor staví na zadní kola, a poté padá přední náprava na zem. **Rampovací vzpěra**, používaná u starších a jednodušších výbav traktorů zastává funkci rampovače, částečně i přibližovacího štítu, a fixuje traktor při vyklizování. Montuje se na zadní část traktoru místo spodních ramen 3bodového závěsu a tvoří ji dvě podélná kyvná ramena, spojená s příčným trámcem s rydly (hroty), které se při spuštění vzpěře zatlačí do půdy. Zdvih a spuštění vzpěry je ovládáno hydraulikou traktoru.

**Pomůcky pro úvazkové soustředování dříví** vznikly zčásti již v minulosti, s cílem **zmenšit vlečné odpory**, případně část vlečných odporů přeměnit na odpory valivé, např.: čepce; lyže; přibližovací šupky; lyže s otočným oplénem; kolesny (oplenové nebo výložníkové) nesoucí třetinu až dvě třetiny

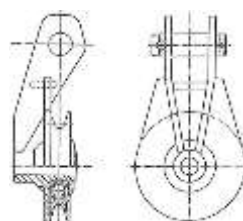
nákladu a částečně odlehčující zadní nápravu traktoru, ale mající problémy v zatáčkách (snadné převrácení). U nás jsou tyto pomůcky na rozdíl od zahraničí používány málo.



Obr. 15.64. Vysoký rampovač



Obr. 15.65. Traktorová kolesna



Obr. 15.66. Otevřená kladka



Obr. 15.67. Otevírací kladky

**Směrové a výškové kladky** se na stromy poutají textilními úvazky při vyklizování v nepřístupných terénech, při vyhýbání překážkám a snížení škod na stojících stromech. **Silové kladky** s patřičně dimenzovanými úvazky násobí tahovou sílu (praktická poučka je, že úvazek, jímž je kladka k břemenu připoutána, musí mít alespoň čtyřnásobnou nosnost, než kolik je tažná síla navijáku) při uvolnění přimrzlých kmenů, vyklizení zvláště velkých kusů, překonání prudkého svahu (vyklizování z rokle), rozvalování skládky apod. Zpravidla se používá jednoduchá silová kladka, zdvojnásobující tahovou sílu, ale může být použit i **kladkostroj**. Maximální zatížení směrové kladky odpovídá maximální tažné síle navijáku a koeficientu zatížení. Výsledné zatížení se přenáší i na úvazek a kotevní strom. Ty je třeba podle toho dimenzovat! U všech kladek je nutno respektovat minimální průměr kladky a poloměr její drážky vzhledem k tloušťce používaného lana. Ideální šířka drážky kladky činí 1,06-1,08 tloušťky lana. Při větší šířce se lano deformuje elipticky do šířky, a při menší šířce se deformuje na výšku. Znamená to, že u lanových dopravních zařízení musí mít posádka ke každé tloušťce lana příslušnou sadu kladek! Pro snadné vkládání lana do kladek se používají **kladky otevírací** s odklopnou bočnicí, po jejímž otevření se lano vloží do drážky a bočnice se zavře. Směrové kladky mohou být i s otevřenou bočnicí – **otevřené kladky**. Účinku kladkostroje se dosáhne, pokud se jedna kladka (nebo více kladek) pohybuje společně s nákladem. Nejčastěji se kladkostroje používá k napínání nosného lana lanových dopravních zařízení (viz kap. 21.). V tom případě se vkládá mezi čelisti držící nosné lano a kotvu. Aby ztráta třením lan v kladkách byla co nejnižší, je nutná pečlivá údržba. Při zavádění lana do kladkostroje se musí vyloučit křížení lana a dodržet posloupnost provlékání smyček do vnějších a vnitřních kladek, pro redukci torzních sil v lanu, které působí kroucení kladkostroje.



kladka směrová



kladka silová



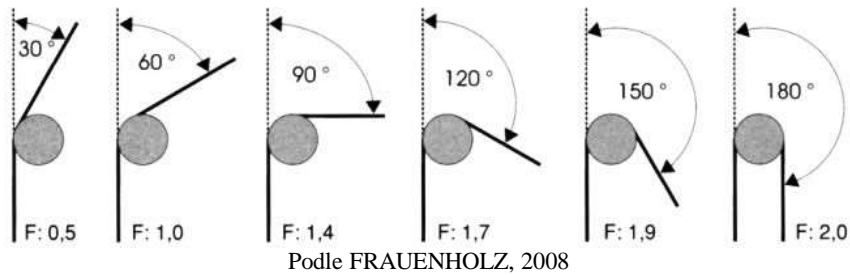
kladka výšková

Obr. 15.68. Technologické použití kladek

Odchylka lana od přímky	Koeficient zatížení F	Tažná síla navijáku např. 50 kN (5 t)	Výsledné zatížení kladky t
30°	0,5	5 t	2,5 t
60°	1,0		5,0 t
90°	1,4		7,0 t
120°	1,7		8,5 t
150°	1,9		9,5 t
180°	2,0		10,0 t

Podle FRAUENHOLZ, 2008

Tab. 15.9. Výsledné zatížení kladky podle úhlu lomu lana na kladce

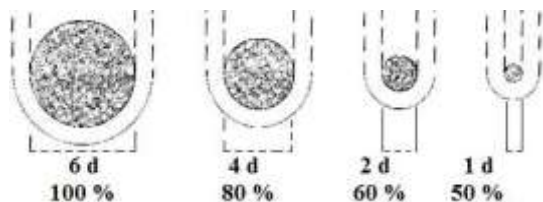


Obr. 15.69. Koeficienty zatížení kladky podle úhlu lomu lana na kladce

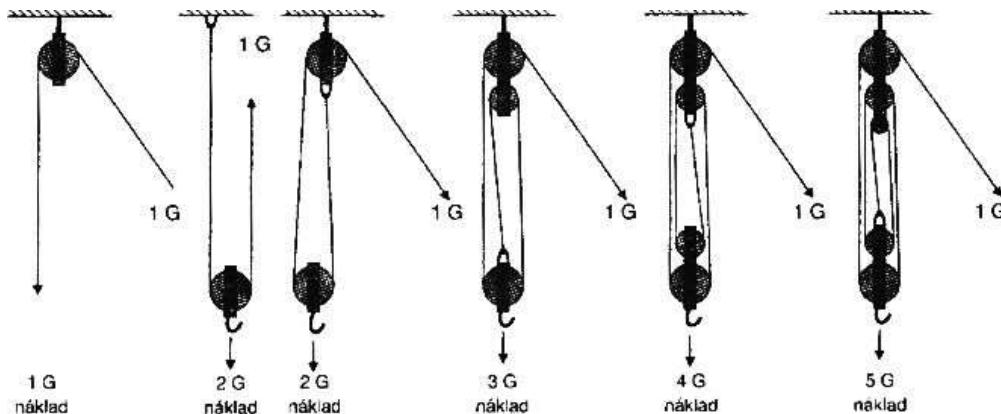
Únosnost lana se snižuje ohybem přes malé poloměry, např. přes čepy třmenů. Plná únosnost lana zůstává zachována, jen když je průměr čepu (vnitřní průměr kladky) roven šestinásobku průměru lana, nebo větší. Při průměru čepu stejném jako průměr lana, se únosnost snižuje na polovinu. Pohybující se lana jsou namáhána střídavým protisměrným ohybem. Z hlediska životnosti lan je proto vhodné používat co největší průměry bubnů a kladek. Považujeme-li životnost lana při průměru bubnu navijáku 400 mm za 100 %, pak snížení průměru bubnu na 160 mm znamená zkrácení životnosti lan na 5 %!



Obr. 15.70. Ideální a nevhodná šířka drážky kladky



Obr. 15.71. Únosnost lana v závislosti na vnitřním průměru kladky



Obr. 15.72. Princip kladkostroje (násobení sil)

### Pracovní postupy při úvazkovém soustředování dříví traktory a tahači

Volba varianty úvazkového soustředování dříví závisí na použité těžební metodě, kterou je dána forma soustředovaného dříví: při metodě sortimentní výřezy, při kmenové celé nebo krácené kmeny (odvozní délky), a při stromové neodvětvené stromy s korunami. Úvazkové soustředování dříví speciálními lesními tahači je obdobné úvazkovému soustředování dříví UKT. Vzhledem k vyšším tahovým schopnostem je používáno v mýtních těžbách, přitom se obvykle používá metoda sběrného lana, a pracuje se ve dvojici (ne vždy jsou SLKT vybaveny dálkovým ovládním navijáku). Od zvoleného prostředku se odvíjí uspořádání pracoviště (šířka linek, poloměry zatáček, velikost odvozního místa). Podle prostředků a způsobu práce rozeznáváme úvazkové soustředování dříví traktorem či tahačem

- dvojčlennou posádkou
- jednočlennou posádkou a ručně ovládným navijákem
- jednočlennou posádkou a dálkově ovládným navijákem.

U každého z uvedených způsobů může být v závislosti na místních podmínkách provedeno vyklizování alternativně metodou jednotlivých kusů (výřezů), nebo metodou sběrného lana.

**Soustředování dříví sestává z následujících základních operací**

- vyklizování dříví z nitra porostu
- sestavení nákladu
- přibližování dříví (vlečením nebo vyvážením)
- uložení dříví na skládce.

Postupy při vázání úvazků, vyhýbání stojícím stromům a překážkám jsou uvedeny a znázorněny jak v této kapitole, tak i na dalších příslušných místech těchto skript. Při soustředování dříví traktory se nejprve upevní úvazek na výřez, a až poté se úvazek upevní k tažnému lanu. Protože se traktory používají pro soustředování výřezů větších hmotností, používá se pro podvlečení úvazku pod výřezem podvlékačí háček. Nutné je respektovat základní požadavky ochrany a bezpečnosti při práci (zákaz manipulace s lany, úvazky, kladkami i nákladem při tahu lana; zdržovat se mimo ohrožený prostor; neuvolňovat zaklesnuté a přimrzlé výřezy trhavými pohyby lan).

**Vyklizování dříví traktory a tahači dvoučlennou posádkou bez dálkového ovládní navijáku**

**Vyklizování jednotlivých kusů** sestává z těchto úkonů

- optimální postavení traktoru na přibližovací lince
- zabezpečení traktoru proti nežádoucímu pohybu (zabzdění, spuštění štítu nebo horské vzpěry) a uvolnění lana
- zabezpečení směru vedení lana směrovou či výškovou kladkou
- práce pomocníka (zapínače lana)
  - nese úvazek, přitom vytahuje lano k určenému kusu
  - obepne kus úvazkem a připne úvazek k lanu
  - ustoupí do bezpečné vzdálenosti, dá traktoristovi znamení k zapnutí navijáku
  - z bezpečné vzdálenosti sleduje vyklizovaný kus, upozorňuje na překážky a v součinnosti s traktoristou
  - usměřňuje vyklizovaný kus po zastavení tahu lana
  - po vytažení dá znamení traktoristovi k zastavení tahu, vypojí úvazek a vytahuje lano k dalšímu kusu a postup opakuje
- lano mohou vytahovat oba pracovníci společně (na větší vzdálenosti, do kopce).

**Vyklizování dříví metodou sběrného lana** se používá především v mýtních těžbách, kdy se lanem navijáku, na které je v kluzných sponách připojeno pomocí úvazků více kusů (kmenů, výřezů), vytáhne najednou více kusů (celý náklad). Ve výchovných těžbách je zvýšené riziko poškození stojících stromů, ale i v nich lze použít soustředování sběrným lanem u výřezů, vyrobených z jednoho kmene. Postup sestává z těchto úkonů

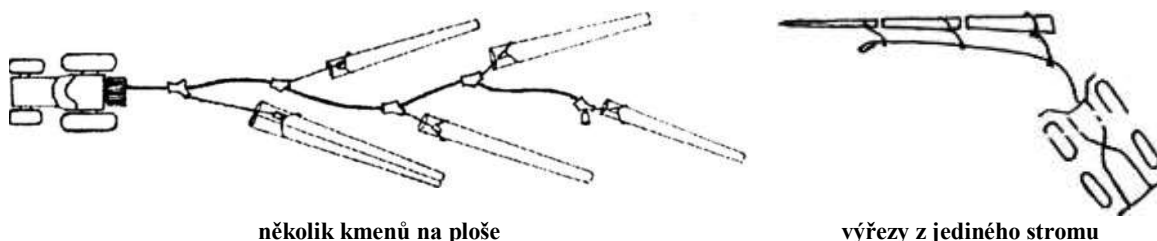
- traktorista na vhodném místě zabezpečí traktor a uvolní lano
- činnost pomocníka (závozníka, zapínače lana)
  - nese potřebný počet úvazků, vytahuje lano a postupuje ke kusům, které mají být vytaženy
  - cestou odhazuje úvazky ke kusům určeným k vytažení
  - postupuje až k nejvzdálenějšímu kusu, připne úvazek a zaklesne do kluzné spony tažného lana
  - cestou zpět vychyluje tažné lano k jednotlivým kusům, posunuje kluzné spony po laně a postupně připojuje kusy k lanu (stejně jako kus první)
  - dá znamení traktoristovi k zapnutí tahu lana
  - z bezpečné vzdálenosti sleduje průběh vyklizování a podobně jako v předchozím případě v součinnosti s traktoristou koriguje postup
- je-li objem vytaženého dříví menší, než jak je dovolený náklad, postup se opakuje, jinak traktor provede přiblížení na skládku.

**Vyklizování dříví traktory a tahači s jednočlennou posádkou**

V této variantě plní traktorista funkci strojníka i pomocníka. Dříví lze vyklizovat po jednom kusu, nebo metodou sběrného lana. Na volbu pracovního postupu má způsob ovládní navijáku – ručně nebo dálkově.

- **vyklizování ručně ovládaným navijákem**
  - traktorista postaví traktor na vhodné místo a zabezpečí proti nežádoucímu pohybu

- uvolní lanový buben navijáku, vystoupí z kabiny
- vytáhne lano ke kusu (kusům) určenému k vyklizování, pomocí úvazku upne na lano
- vrátí se do traktoru, zapne náhon navijáku a sleduje průběh vyklízení
- při zaklesnutí kusu vypne náhon navijáku, uvolní lano, přejde ke kusu, a povoleným způsobem jej uvolní či nasměruje
- vrátí se do traktoru a pokračuje v navijení
- po přitažení k traktoru kus (kusy) odpojí a postup se opakuje



Obr. 15.73. Vyklizování dříví metodou sběrného lana

- **vyklizování dálkově ovládaným navijákem**
  - traktorista postaví traktor na vhodné místo a zabezpečí jej proti nežádoucímu pohybu
  - dálkové ovládání uvede do pohotovostního stavu, uvolní lanový buben navijáku, vystoupí z kabiny
  - pokud neprovedl dříve, provede funkční zkoušku zařízení
  - vytáhne lano ke kusu (kusům) určenému k vyklizování, pomocí úvazku upne na lano
  - ustoupí do bezpečné vzdálenosti, zapne náhon navijáku a sleduje průběh vyklízení
  - při zaklesnutí kusu vypne náhon navijáku, uvolní lano, přejde ke kusu, a povoleným způsobem jej uvolní či nasměruje
  - vrátí se do bezpečné vzdálenosti, zapne náhon navijáku a sleduje průběh vyklízení
  - po přitažení k traktoru kus (kusy) odpojí a postup se opakuje.

Poznámka: Při dvoučlenné posádce je postup obdobný, každý z obou pracovníků má vlastní povelovou radiostanici a ovládá jeden buben.

#### Sestavení nákladu a přibližování dříví

- jednotlivé kusy se poutají do svazku na tažné lano navijáku pomocí úvazků
- náklad se poutá tlustým nebo tenkým koncem ve směru jízdy
- velikost nákladu odvisí od stroje, terénu, směru, sklonu a tvaru dráhy
- náklad se na lanu navijáku přizvedne, případně opře o přibližovací štít
- naviják se zabrzdí
- jízdou stroje probíhá vlečení nákladu – probíhá přibližování.



Obr. 15.74. Překonávání překážky přizdvížením nákladu



Obr. 15.75. Úprava nájezdů

#### Uložení dříví na skládky

Po příjezdu na skládku traktor zastaví, uvolní se lano navijáku, rozpojí se úvazky vlečeného nákladu, v případě třídění jen jeho částí. Traktor popojede, vytáhne se lano s úvazky z odpojeného nákladu, a v případě třídění se postup opakuje u dalších částí nákladu. Mezi to bývá vložena manipulace (rozřezání kmenů na výřezy). Po odpoutání celého nákladu traktorista navine lano na buben a pokračuje navalováním kusů na skládku. To lze provádět přibližovacím štítem couváním traktoru ke skládce a nahrnováním kusů; horskou vzpěrou (obdobně předešlému); čelním rampovačem, kterým mohou být kusy uchopeny, přizvednuty a uloženy (u některých typů rampovačů lze kusy i převážet); i radlicí. Těmito mechanismy lze i začelovat skládky. Navalovat lze dříví i lanem navijáku, při použití směrové kladky.

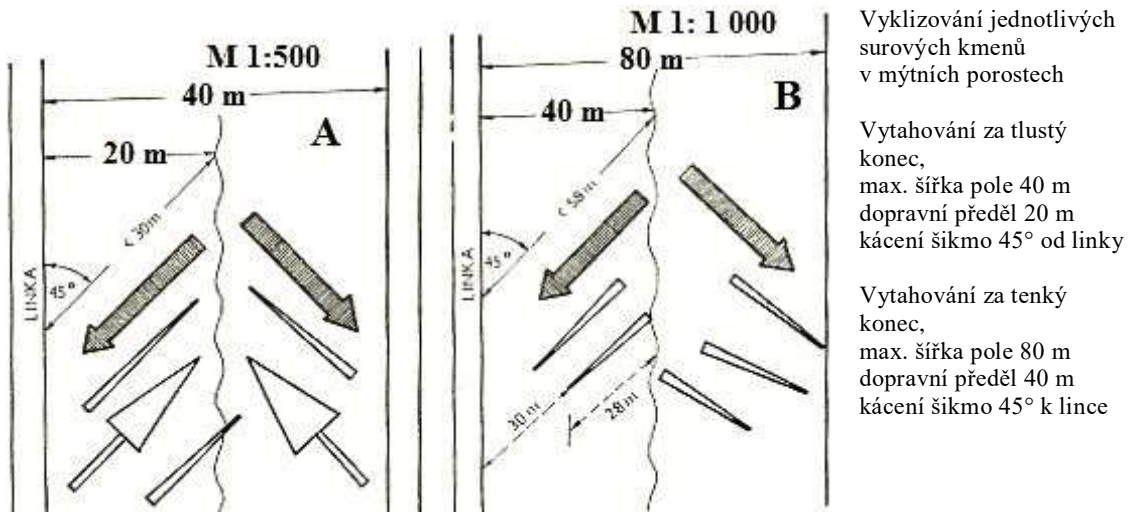




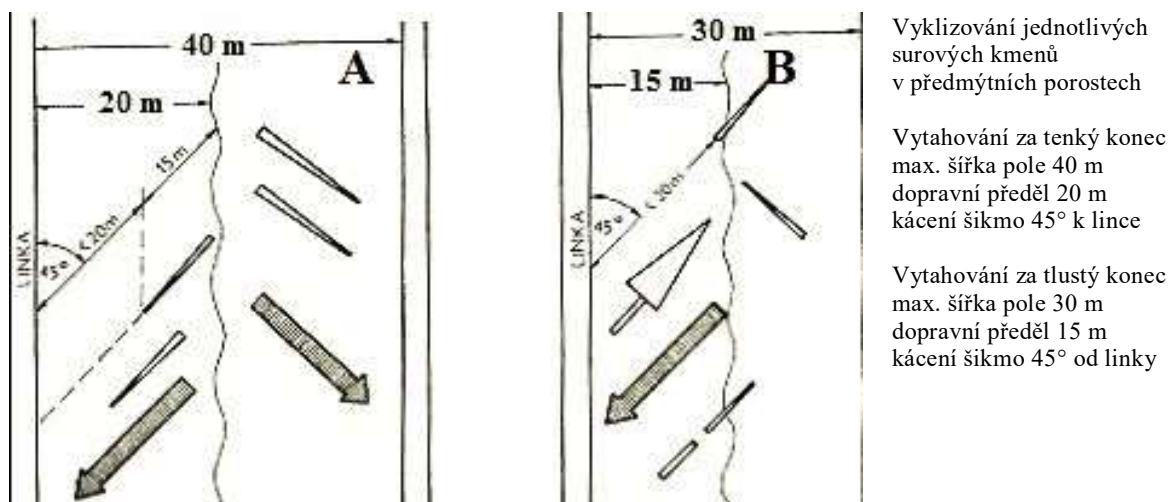
Obr. 15.76. Ukládání dříví na skládku

### Zásady uspořádání pracovišť při úvazkovém soustředování dříví

Porosty je nutné rozčlenit na pracovní pole systémem přibližovacích linek a svážnic (viz kap. 15), čímž se dosáhne zpřístupnění porostního nitra pro prostředky pro soustředování dříví a vyklizování dříví lanem navijáku. Přibližovací linka je trvalý nebo dočasný průsek v porostu se šířkou odpovídající přibližovacímu prostředku, obvykle 3-4 m. Povrch linky by neměl být odhumusován, úpravy povrchu linky radlicí traktoru by měly být omezeny na nejmenší možnou míru (úpravy nájezdů). Směr dopravy dříví po linkách je určen v rámci technologické přípravy s ohledem na umístění skládek, dopravní předěly a sklony svahu. Pracovištěm je část porostu určená k těžbě, linky pro soustředování dříví a skládky. Vhodné je označit okraje pracoviště značkami (vyznačovacími páskami) a tabulemi s upozorněním na nebezpečí spojené s těžební činností. Na linkách lze sklonem pruhů naznačit i směr soustředování. Pohyb přibližovacích prostředků by měl být výhradně po linkách, a to i na holých sečích na příznivých terénech (z důvodu ochrany půdy). Pohyb mimo linku je dovolen jen výjimečně (při otáčení). Na svazích by měly být linky přednostně vedeny po spádnici. Rozstup linek (šířka pracovního pole) závisí na způsobu a prostředcích pro vyklizování a přibližování dříví.



Obr. 15.77. Rozstup přibližovacích linek při úvazkovém soustředování jednotlivých kusů dříví v mýtních těžbách při tažení za tlustý konec (A) za tenký konec (B)

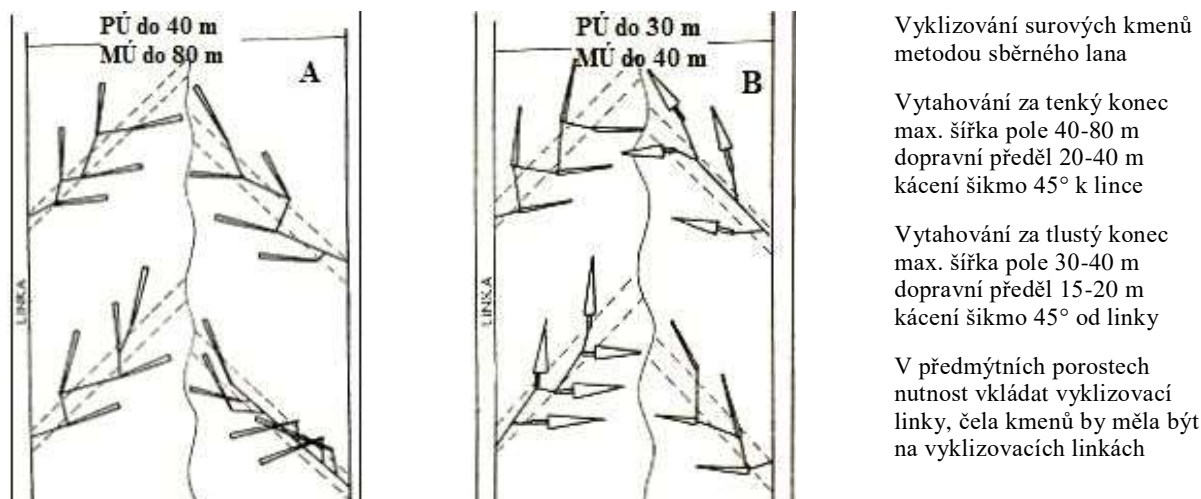


Obr. 15.78. Rozestup přibližovacích linek při úvazkovém soustředování jednotlivých kusů dříví v předmýtních těžbách při tažení za tenký konec (A) za tlustý konec (B)

Vyklizování jednotlivých surových kmenů v předmýtních porostech

Vytahování za tenký konec  
max. šířka pole 40 m  
dopravní předěl 20 m  
kácení šikmo 45° k lince

Vytahování za tlustý konec  
max. šířka pole 30 m  
dopravní předěl 15 m  
kácení šikmo 45° od linky



Obr. 15.79. Rozestupy přibližovacích linek při úvazkovém soustředování dříví metodou sběrného lana v předmýtních a mýtních těžbách při tažení za tenký konec (A) za tlustý konec (B)

Vyklizování surových kmenů metodou sběrného lana

Vytahování za tenký konec  
max. šířka pole 40-80 m  
dopravní předěl 20-40 m  
kácení šikmo 45° k lince

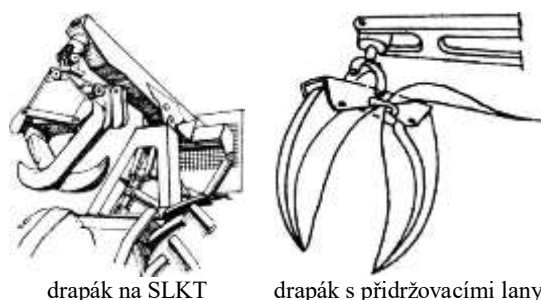
Vytahování za tlustý konec  
max. šířka pole 30-40 m  
dopravní předěl 15-20 m  
kácení šikmo 45° od linky

V předmýtních porostech nutnost vkládat vyklizovací linky, čela kmenů by měla být na vyklizovacích linkách

### 15.6.5. Stroje pro bezúvazkové soustředování dříví vlečením

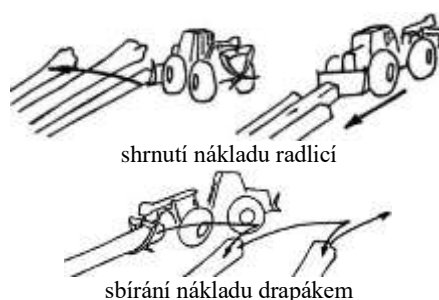
Tendence vybavovat traktory a tahače zařízením, pro soustředování dříví vlečením bez doteku lidské ruky, existuje několik desetiletí. Základním principem bezúvazkového soustředování dříví vlečením je uchopení a sevření dříví do nástroje tvaru kleští, kterým může být drapák nebo svěrný oplén (klembank). Oba jsou vybaveny hydraulicky ovládanými čelistmi, které sevrou dříví. Rozdíl mezi nimi je zejména v poloze čelistí, u drapáku směřují dolů a u svěrného oplenu nahoru. Důležitým faktorem pro efektivní bezúvazkové soustředování dříví je směrové kácení a v případě svazkování ukládání kmenů čelem ve směru přibližování, po stranách linky, v podélné nebo mírně šikmé poloze. **Drapák** existuje ve dvou variantách

- na delším výložníku (6-8 m i více) pro nakládání, skládání a přemísťování břemen, i do výšky několika metrů, úchop drapáku je poměrně malý (0,5-0,7 m) a lze jím uchopit jeden nebo dva kusy. Takovými drapáky jsou vybaveny vyvážecí traktory a soupravy, některé tahače (**HSM**, **LKT 82 C**) i odvozní soupravy.
- na krátkém výložníku (cca 3 m) a s větší světlostí čelistí (1,3-2,0 m), umožňující uchopit celý svazek dříví. Na výložníku je drapák zavěšen na křížovém otočném kloubu nebo je uložení tuhé. Čelistmi některých drapáků jsou protažena napjatá lana, zlepšující uchopení nákladu a zamezující ztrátám kusů.



drapák na SLKT

drapák s přídržovacími lany

**Obr. 15.80. Drapáky**

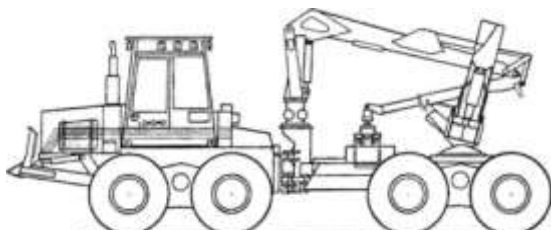
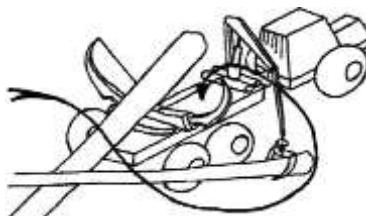
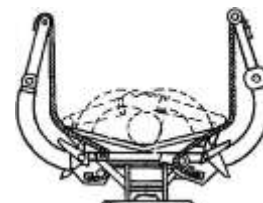
shrnutí nákladu radlicí

sbírání nákladu drapákem

**Obr. 15.81. Sestavení nákladu**

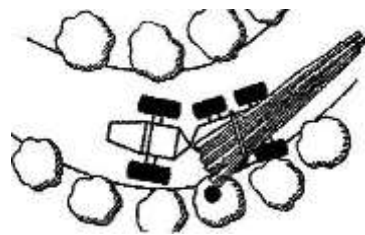
**Drapak (kleště) na krátkém výložníku** je na UKT za zadní nápravou, zpravidla na 3bodovém závěsu, a výložník bývá stranově i výškově vychýlitelný, což při průjezdu zatáčkami umožňuje, aby řidič vychýlením výložníku do stran optimalizoval průjezd nákladu s minimálním poškozením okolních stromů. Na SLKT bývají drapáky upevněny nad nebo před zadní nápravou, což zlepšuje rozložení hmotnosti. Drapáky bývají montovány spolu s navijáky, umožňujícími vyklidit dříví z míst, kam drapak nedosáhne. S drapáky lze pracovat v předmýtných těžbách (po nasvazkování dříví koněm do hromádek na lince) i v mýtní těžbě. Příklady drapaků jsou AUER typy 1300, 1700, Timberlift, Maxwald, Nokka. Zejména v předmýtní těžbě je nutné provést nasvazkování materiálu – tj. vytvořit svazky, které jsou pak uchopeny drapakem a přiblíženy na OM. Bez toho se neúměrně zvyšuje pracnost soustředování. K nevýhodám tohoto způsobu soustředování patří plošný pojezd po těžební ploše, neboť traktor s drapakem musí zajíždět ke každému kusu; zhoršená použitelnost v náročnějších terénech – traktory s drapakem nemohou překonávat obtížná místa postupem obdobným lanování. V současnosti se takto vybavené traktory u nás používají minimálně.

**Svěrný oplení** je určen pro přibližování dlouhého dříví v polonávěsu, kdy náklad z části spočívá na oplenu, a částečně je vlečen po povrchu terénu. Je montován na podvozky vyvážecích traktorů místo klanicové nástavby. Výrobci těchto strojů z důvodu jejich menšího uplatnění volí stavebnicové řešení, kdy lze v případě potřeby (efektivní nasazení je od 300 m<sup>3</sup> dříví) za 30 minut přestavět vyvážecí klanicový traktor na traktor s oplenem. Průřez svěrného oplenu je 1,2-2,0 m<sup>2</sup>, což umožňuje tvorbu velkých nákladů a vysokou výkonnost přibližování. Proti vypadávání dříví z oplenu jsou čelisti protažena napjatá lana. Stromy nebo kmeny jsou jednotlivě uchopeny drapakem neseným na výložníku a uspořádaně vloženy mezi čelisti oplenu, které se musí před rozjezdem stroje sevřít. Traktor se svěrným oplenem nese na zadní nápravě vyšší hmotnost, než traktor táhnoucí náklad na laně, proto měly první stroje vyšší měrný tlak na půdu ve stopě, ale současné mají díky vícekolovým podvozkům, zdvojeným nápravám a širším pneumatikám měrný tlak ve stopě srovnatelný i nižší. Traktory se svěrným oplenem mají vyšší polohu těžiště, což omezuje jejich příčnou stabilitu na 8-10 %. Jsou to velmi výkonné stroje, ale mají určitá technologická omezení (nezvládají ostré výškové oblouky, kdy se v konvexních terénech nedotýká náklad terénu a náprava je přetížena, a v konkávních terénech dochází k „lámání“ podvozku nákladem; v ostrých směrových obloucích jsou okrajové stromy linky poškozovány čely nákladu). Proto je nutná důkladná technologická příprava před jejich nasazením. Vhodné jsou pro koncentrované těžby po kalamitách, na holosečích, imisních těžbách apod. V současnosti se v ČR používají minimálně.

**Obr. 15.82. Tahač LOKOMO 933 C se svěrným oplenem****Obr. 15.83. Nakládání kmene do svěrného oplenu****Obr. 15.84. Svěrný oplení (klembank)**



Obr. 15.85. Přetížení zadní nápravy v konvexním oblouku



Obr. 15.86. Poškození okrajových stromů linky v ostrém směrovém oblouku

Poslední dobou se na speciálních lesních kolových tahačích uplatňuje kombinace navijáku a drapáku na delším hydraulickém jeřábu + alternativně přibližovacího štítu nebo svěrného oplenu. Příkladem jsou stroje HSM 704 (štít), HSM 805, HSM 904 (oplen), Wellte - typy W 110, 150, 180 a slovenský tahač LKT 82 C. Řešení je perspektivní, neboť spojuje výhody různých principů v jeden celek. Je třeba zdůraznit, že zejména v předmýtních těžbách se v zájmu lepšího využití stroje doporučuje svazkování dříví. Výhodou soustředování těmito stroji je lepší nasměrování vyklizovaného kusu a tím i vyšší šetrnost k porostu.



Obr. 15.87. Tahač HSM 805 se svěrným oplenem, drapákem na hydraulickém jeřábu a navijákem

#### 15.6.6. Stroje pro vyvážení dříví

Při vyvážení spočívá náklad dříví zcela na transportním prostředku na ložné ploše, uložený mezi klanicemi. Vyvážení je technologická fáze, sestávající z operací vyklizování, sestavení nákladu, vyvážení, třídění na OM, ukládání na skládku a jízdy do porostu. Protože jsou vyvážecí soupravy i vyvážecí traktory (vyvážče, forwardery) vybaveny hydraulickým jeřábem (méně správně označováno též hydromanipulátor, hydraulická ruka) s drapákem, mohou být všechny operace provedeny jedním strojem. V tom případě je dříví vyklizováno z porostu hydraulickým jeřábem na vzdálenost danou jeho dosahem (6–8 m), a náklad je průběžně sestavován nakládáním na ložnou plochu. Tato varianta je možná v mýtních i výchovných motomanuálních těžbách, ale ve výchovných těžbách je ekonomicky málo vhodná, vzhledem k nízké výkonnosti při vyklizování jednotlivých kusů dříví a krátkému dosahu jeřábu do porostu. Proto ve výchovných těžbách převládá varianta, kdy je dříví z porostu předem vyklizeno a uloženo u vývozní linky, a pak je vyvážecím prostředkem vyvezeno.

**Přínosem soustředování dříví vyvážením** je snížení fyzické námahy pracovníků ve srovnání s vázáním úvazků, menší závislost na počasí, odstranění některých nepříjemných prací (vázání a odvazování úvazků v bahně či sněhu, prodírání buření, podrostem a klestem) a snížení rizika úrazů (nejvíce úrazů vzniká při úvazkovém soustředování dříví poškozeným - roztrženým lanem); zvýšení denní výkonnosti pracovníka až na 60 m<sup>3</sup> soustředěného dříví (v příznivých podmínkách i přes 200 m<sup>3</sup>), což je při manuálním vázání úvazků a zatahování lana navijáku nedosažitelné; a nedochází k narušování půdního povrchu rytím čel výřezů do povrchu půdy. Z pohledu dodavatelско-odběratelských vztahů je významné, že dříví není poškozováno a znečišťováno vlečením po zemi. (Při pořezu kulatiny vlečené po zemi jsou náklady na ostření a výměnu rezných nástrojů – pilové listy a pásy, pilové kotouče; vyšší o 80-100 Kč/1 m<sup>3</sup> pořezu. Proto někteří odběratelé poskytují na vyvážení

dříví bonus, nebo naopak účtují u dříví přibližovaného vlečením srážku z ceny). Specifický je vliv hmotnosti transportovaného nákladu na trakční sílu vyvážecích traktorů a souprav s pohonem všech kol, oproti vlivu hmotnosti nákladu vlečeného přibližovacími traktory a tahači. Adhezní síla vyvážecího prostředku se vlivem hmotnosti vyváženého nákladu významně zvyšuje, ale jízdní odpor, způsobený nárůstem valivého tření kol, se zvýší jen mírně. V případě vlečení břemene za traktorem se jeho adhezní síla zvýší jen málo (může se dokonce i vlivem odlehčení přední hnané nápravy snížit) a odporová síla smykového tření břemene (vlečeného dříví) výrazně narůstá. Zatížení vyvážecího prostředku zjednodušeně charakterizuje výraz

$$\Delta G \cdot \mu \gg \Delta G \cdot f_v \quad [kN]$$

kde:  $\Delta G$  ...přírůst celkové tíhy traktoru po zatížení břemenem (kN),  
 $\mu$  ...součinitel adheze,  $f_v$  ... koeficient valivého odporu

U vyvážecích prostředků není tak akutní riziko prokluzu kol, jako u traktorů a tahačů při vlečení dříví, a tento druh poškození půdy (frézování rýh prokluzujícími koly) je nižší. Vzdůstá sice **riziko hutnění půdy** větším zatížením při pojezdu stroje, ale tento problém je řešitelný zvyšováním počtu kol, zdvojnásobováním kol na nápravě (bogie nápravy), kolopásky, zvětšováním šířky pneumatik, i organizačními a technickými opatřeními.

**Nevýhodou** vyvážecích souprav a vyvážeců je omezená použitelnost, pokud se týká terénních podmínek. Členitost terénu může být jen taková, aby neznemožnila průchodnost stroje

- při soustředování dříví po spádnici vyhovuje sklon terénu do cca 45 %, ve vyšších sklonech je ohrožena stabilita stroje a podstatně snížena jeho manévrovatelnost
- vysoké umístění těžiště (ložná plocha je ve výši až 145 cm nad terénem) snižuje příčnou stabilitu naloženého stroje, proto je nutné na větších sklonech volit pojezd naložených vyvážecích prostředků kolmo na vrstevnice. U některých vyvážeců (John Deere) se uplatňuje výkyvný ložný prostor, který je hydraulicky nakláněn směrem ke svahu, čímž se příznivě mění poloha těžiště a zvyšuje příčná stabilita. Opatřením pro zvýšení podélné stability je i poutání strojů na lana speciálních trakčních navijáků – např. Forcar FC200 fy Herzog a jiných výrobců
- ve větších sklonech terénu vozidla vzhledem k jejich většímu poloměru zatáčení nezvládají výjezdy ze svahové cesty do terénu a naopak – výjezdy je třeba vhodně upravit v rámci přípravy pracoviště
- ve výrazně konkávních a konvexních terénech může být problém s délkou prostředku (s nákladem činí 10 m a více).

Zásadní je **významový rozdíl mezi vyvážecí soupravou a vyvážecím traktorem** (vyvážecem, forwarderem), protože přímo souvisí s technologickými možnostmi obou strojů.

**Vyvážecí traktor** je speciální kompaktní stroj určený pro nakládání, vyvážení a skládání dříví; sestávající z motorové části a části ložné, které jsou na dvou polarámech, spojených kloubem (axiálním nebo středovým), řízení stroje je pomocí hydraulického systému zlamovací, všechna kola jsou poháněna, a nosnost bývá výrazně vyšší než vyvážecích souprav.

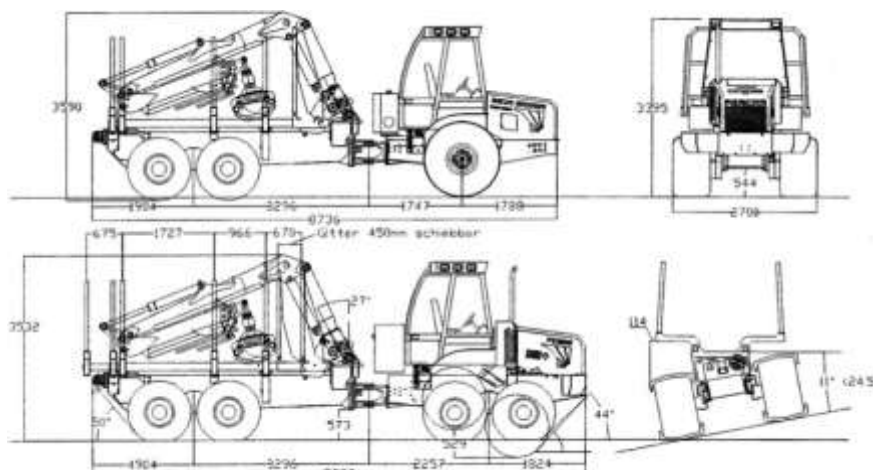
**Vyvážecí souprava** je tvořena dočasným spojením dvou samostatných prostředků v jednu soupravu; traktoru či tahače a přívěsu, z nichž každý může být použit samostatně pro jiné účely. Jednoduché soupravy jsou tvořeny traktorem a přívěsem s pevnou ojí, pohon kol na přívěsu není k dispozici; nebo jen pomocí hydraulicky poháněného pastorku mezi koly zdvojené (bogie) nápravy. Dokonalejší konstrukce přívěsů obsahují hydraulicky zlamovací oje, usnadňující a zlepšující vedení přívěsu traktorem při jízdě (při couvání). V příznivých podmínkách mohou být účelnou (z hlediska pořizovacích nákladů až o 1/2 levnější) alternativou vyvážecích traktorů, a v příznivých podmínkách mohou dosáhnout až 90 % jejich výkonnosti (není to však pravidlem). Roční objem vyváženého dříví vyvážecími soupravami je 2 000–8 000 m<sup>3</sup>.

**Rozdíly mezi vyvážecí soupravou a vyvážecím traktorem z pohledu užití**

- u forwarderu neovlivňuje výrazně směr jízdy náročnost řízení (zejména, je-li nenaložený a není tak ovlivněna viditelnost z kabiny)



- u jednoduchých vyvážecích souprav (bez hydraulicky zlamované oje) je couvání po linkách prakticky nemožné, směr jízdy výrazně ovlivňuje náročnost 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 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 forwarderů, nebo souprav vyšší technické úrovně s pohonem všech kol, z toho plyne omezená stoupavost jednoduchých vyvážecích souprav, i možnost prokluzu kol traktoru.



Obr. 15.88. Vyvážecí Forcar FC 200

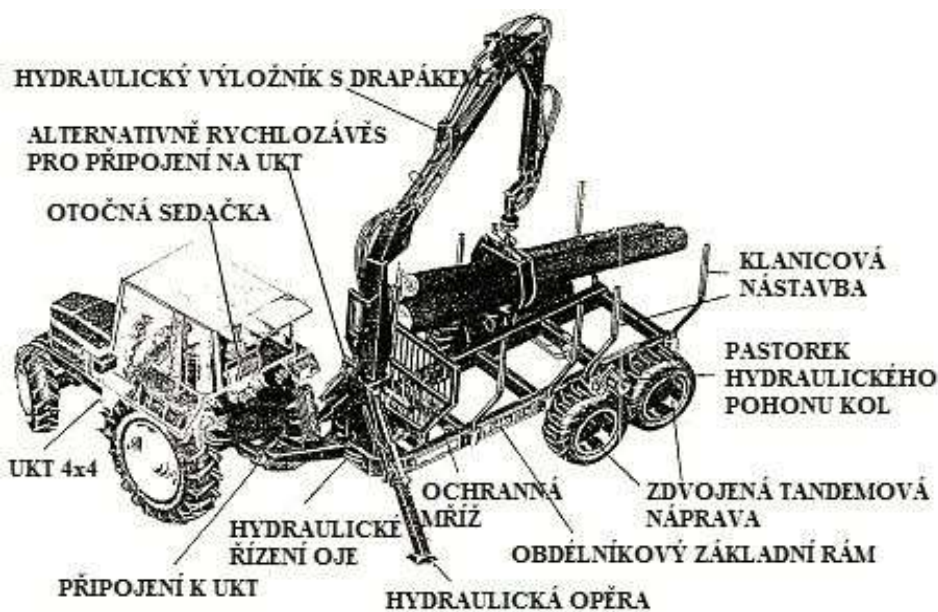
se zabezpečovacím navijákem, posuvnými klanicemi a výkyvným ložným prostorem

**Vyvážecí stroje** (soupravy i vyvážče) se označují jako **sortimentní** (též **klanicové**), neboť slouží pro transport rovnaných sortimentů a krátkých výřezů (do 6 m), a jsou k tomu vybavené klanicovou nástavbou, do které se dříví ukládá celou délkou. Pro provoz na veřejných komunikacích musí mít poutací zařízení, zabraňující náhodnému vypadnutí některého výřezu (v lese se náklad nepoutá), a kompletní osvětlení vozidla, včetně brzdových a koncových světel (které je při práci v lese zakryto, aby nebylo poškozeno). Za kabinou je čelní panel (mříž, štít), zabraňující při brzdění posunu nákladu na kabinu řidiče. U některých typů je štít posuvný (nebo jsou posuvné klanice), pro usnadnění vyvážení uloženého nákladu při dopravě 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 v příčném náklonu.

### Konstrukční charakteristiky sortimentních vyvážecích souprav a vyvážecích traktorů

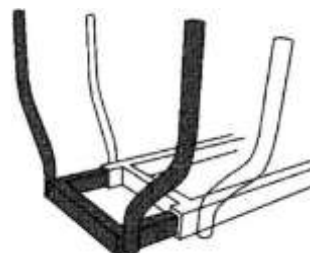
**Sortimentní vyvážecí soupravy** využívají zpravidla jako **energetický prostředek** UKT 4x4 s výkonem do 70 kW, výjimečně speciální kolový tahač. Nosná část soupravy je tvořena jednonápravovým přívěsem s klanicemi a hydraulickým jeřábem s drapákem. **Konstrukce** vyvážecího přívěsu je tvořena nosným rámem, u lehčích přívěsů páteřovým trubkovým nosníkem, těžší přívěsy jsou s tuhým obdélníkovým rámem z ocelových profilů.





Obr. 15.89. Schéma vyvážecí soupravy

**Podvozek** je jednonápravový, většinou však opatřený čtyřmi koly, neboť bývají použity zdvojené (neboli tandemové či bogie) nápravy. Nápravy jsou umístěny v zadní třetině rámu (u některých typů jsou i podélně přestavitelné – pro lepší rozložení zátěže mezi přívěs a traktor, čímž je zlepšována stabilita a trakční síla traktoru), a jsou vybaveny provozními brzdami. Některé přívěsy jsou vybaveny i říditelnou nápravou. Jednodušší typy přívěsů jsou bez pohonu kol (tím je výrazně omezena trakční síla soupravy a její stoupavost i nosnost). Často je používán krátkodobý pomocný pohon kol pomocí hydraulicky poháněných pastorků, zasunovaných hydraulickým válcem zvnějšku mezi kola na bogie nápravě (nutný vhodný dezén pneumatiky). Toto řešení umožňuje zvýšit krátkodobě trakční schopnost soupravy a překonat obtížnější úseky dráhy. Propracovanější přívěsy jsou s trvalým pohonem kol podvozku, přičemž potřebná energie je odebírána z vývodové hřídele traktoru. **Připojení přívěsů** je ojí k závěsu traktoru. Nejjednodušší přívěsy jsou opatřeny jen pevnou ojí. Hydraulicky zlamovací oj 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 je až 60° (způsobená stranová výchylka přívěsu je až 70 cm).

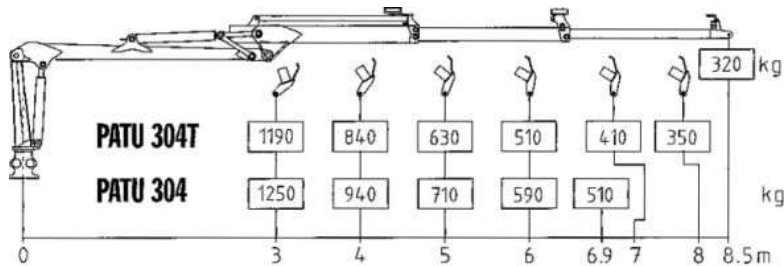


Obr. 15.90. Nepoháněná a pastorkem poháněná bogie náprava

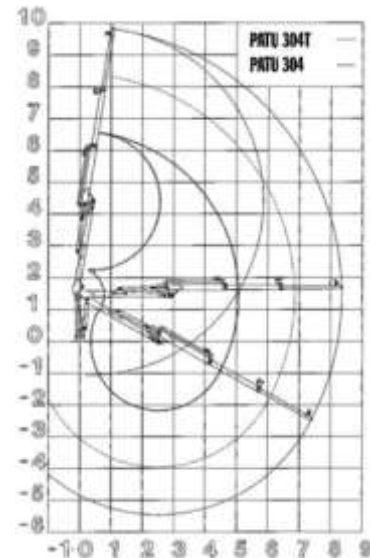
Obr. 15.91. Posuvné klanice

**Hydraulický jeřáb** s drapákem se stranovým dosahem 6-7 m, je nejčastěji umístěn za ojí v přední části přívěsu, ovládaný je z kabiny traktoru a poháněn hydraulicky. Dosah a nosnost hydraulických jeřábů jsou nejdůležitějšími parametry, znázorňovanými diagramy. Schopnost zdvihu v závislosti na vyložení lze vypočítat ze zdvihového momentu výložníku  $M_z$  [kNm]. Přívěs je pro zvýšení stability soupravy při nakládání a skládání nákladu opatřen hydraulicky stavitelnými **opěrami**, které je nutné před každým nakládáním i skládáním **spustit**, což je další charakteristický rozdíl proti vyvážecímu traktoru, který podpěrami opatřen není. Zdrojem tlakové hydraulické kapaliny pro mechanismy přívěsu může být vnější okruh traktoru, častěji jsou ale přívěsy vybaveny vlastním hydraulickým čerpadlem, poháněným vývodovou hřídelí traktoru. **Ložný prostor** sortimentního přívěsu je tvořen 4-8 klanicemi v základním rámu. Na přední přívěsu je ochranný čelní panel, zabráňující při brzdění sesunutí nákladu na kabinu. Vlastní hmotnost přívěsu bývá 1-3 t, celková délka přívěsu 5,0-6,5 m, ložná délka cca 4,0 m. **Velikost nákladu** je 5-12 t dříví (nejčastěji 8-10 t). Použití vyvážecích souprav

je v jednoduchých terénních podmínkách, s orientační **výkonností** 6-9 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>, přičemž nejlépe je soustřeďovat předem vytříděné sortimenty. **Výhodou vyvážecích souprav** je flexibilita při menším množství vyváženého dříví, možnost pohybu po veřejných komunikacích vyšší rychlostí a traktor může být použit i pro jiné práce.

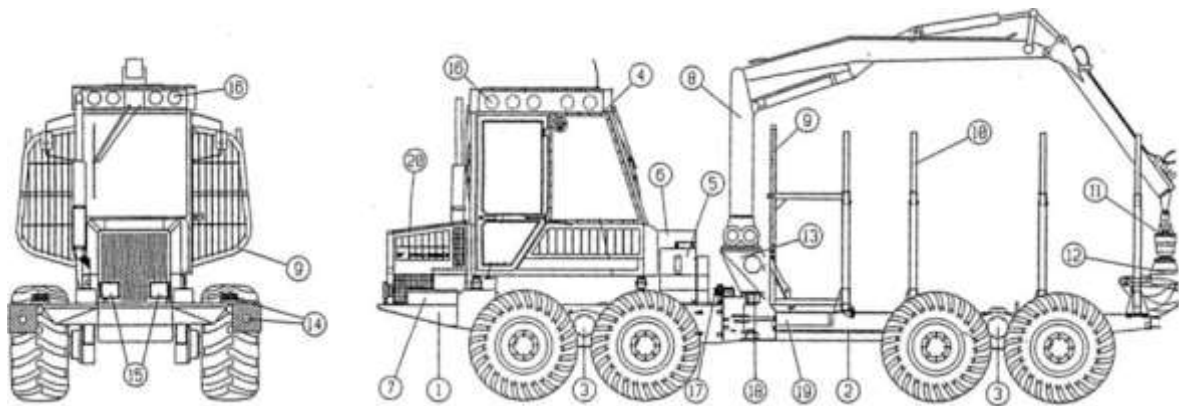


Obr. 15.92. Diagram zdvihu hydraulického jeřábu



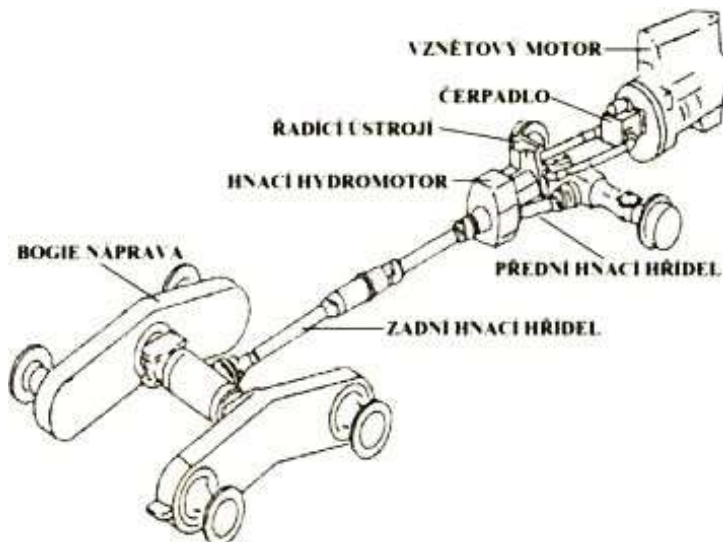
Obr. 15.93. Diagram dosahu výložníku

**Sortimentní vyvážecí traktory** jsou samojízdné stroje pro vyvážení krátkých sortimentů dříví. Základní částí je **rámový podvozek**, sestávající z předního a zadního polorámu, spojených axiálním nebo středovým kloubem a vzájemně vychylovaných pomocí hydraulického systému (zlamovací konstrukce obdobná LKT). Traktor proto může jet a manévrovat oběma směry, což usnadňuje i otočná sedačka operátora. Pro snazší couvání jsou nové typy vybaveny kamerou, snímající prostor za strojem. Přední polorám nese motor, převodové systémy a kabinu, zadní nese ložný prostor s klanicemi. Výložník s drapákem je nejčastěji umístěn na zadním polorámu v blízkosti středového kloubu, zřídka je na střeše kabiny. Dosah výložníku je 6-8 m, ale používají se i výložníky s dosahem 10 m. Vyvážecí traktory jsou vybaveny aretací axiálního kloubu, případně výkyvných náprav, pro zvýšení tuhosti podvozku a ke zvýšení příčné stability stroje při nakládání a skládání nákladu. **Nejsou** tedy opatřeny **stavitelnými podpěrami** jako vyvážecí soupravy – což usnadňuje a zrychluje práci. Ložný prostor je ohraničen 2x4 kusy klanic (i posuvných) a ochrannou mříží, a je 4 m dlouhý. To umožňuje max. délku uložených sortimentů 6 m. Ložný objem při 2–3 m výřezech činí 10-20 m<sup>3</sup>. Podle nosnosti se forwardery rozlišují na malé do nosnosti 6 t, střední do nosnosti 10 t a velké do nosnosti 18 t. Výkon motoru je podle nosnosti 70-140 kW. Venkovní šířka vyvážeců činí cca 2,5 m, na trhu jsou však i stroje menších tříd s výkonem motoru jen 40-50 kW a šířkou cca 2 m.



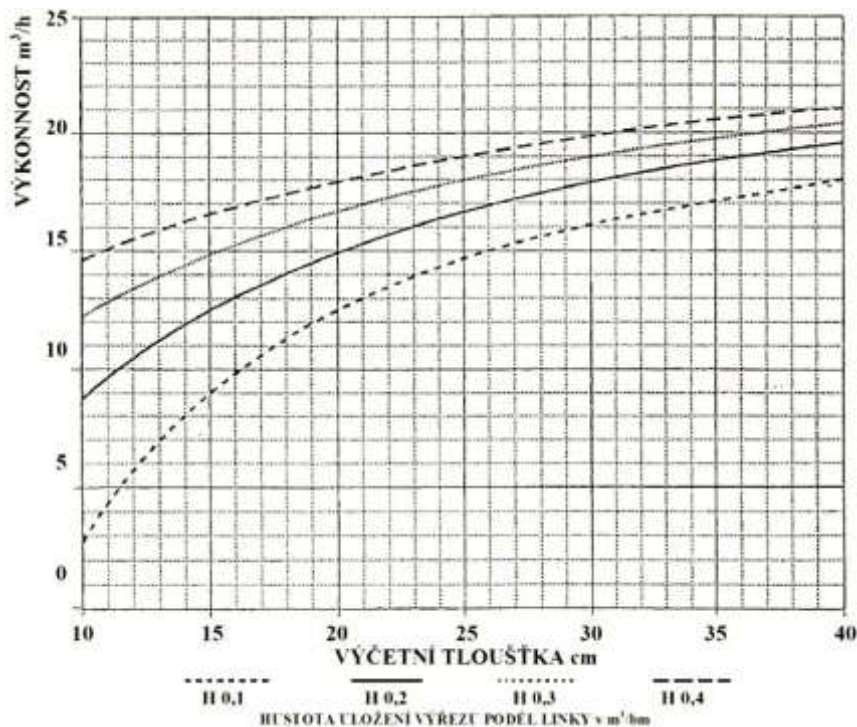
1 přední polorám, 2 zadní polorám, 3 zdvojené bogie nápravy, 4 bezpečnostní kabina, 5 nádrž pohonných hmot, 6 nádrž hydraulické kapaliny, 7 skříňka na nářadí, 8 otočný sloup výložníku, 9 ochranná mříž, 10 klanice, 11 rotátor, 12 drapák, 13 nosný rám hydraulického jeřábu, 14 reflektory a odrazky, 15 reflektory pro jízdu, 16 pracovní reflektor, 17 aretace axiálního kloubu, 18 axiální kloub, 19 hydraulický válec zlamovacího řízení, 20 kryt motoru

Obr. 15.94. Schéma vyvážecího traktoru (forwarderu)



Obr. 15.95. Schéma podvozku vyvážče

Vyvážecí traktory jsou opatřeny **kolovým** nebo **pásovým podvozkem**. Kolový má 6 nebo 8 kol (2 velká kola vpředu a 4 menší kola vzadu na bogie nápravách, nebo dvakrát dvě bogie nápravy), opatřených širokými pneumatikami min. šířky 600 mm. Na bogie nápravách mohou být nasazeny kolopásky pro pohyb v méně únosných terénech. **Použití vyvážecích traktorů** je zejména při soustřeďování sortimentů do 6 m délky, vyrobených harvestory a uložených u vyvážecích linek i v náročnějších terénech. Předpokladem jejich efektivního využití je vyšší koncentrace vytěženého dříví. **Předností vyvážčů** je vysoká produktivita práce, velká ložná kapacita, dobrá průchodnost terénem, dobré ergonomické a bezpečnostní podmínky pro operátora, možnost třídění a ukládání sortimentů výložníkem, šetrné nasazení díky nízkému měrnému tlaku na půdu, velká světlá výška a průchodnost a minimální znečištění dříví při soustřeďování. I v nižších hmotnostech a delších transportních vzdálenostech mají forwardery vyšší výkonnost než prostředky pro dlouhé dříví. Rozpětí výkonnosti při vzdálenosti 200-400 m je 5-12 m<sup>3</sup>/h.



Obr. 15.96. Výkonnost vyvážče v závislosti na výčetní tloušťce porostu a koncentraci výřezů u linky





Obr. 15.97. Kolopásky

Některé vyvážecí stroje disponují **hybridním principem pohonu** (viz též kap. 6.4.7). Příkladem může být vyvážecí traktorový přívěs LV10 HP (Obr. 15.98.), který je výsledkem výzkumného projektu, řešeném na Ústavu techniky LDF MENDELU v letech 2016-2019. Princip hybridního pohonu je zde využít pro kola zdvojených (bogíe) náprav podvozku traktorového vyvážecího přívěsu. Přebytná energie je zde akumulována do soustavy baterií, odkud je dle potřeby energie odebírána pro pohon hydromotorů zmíněných pojzdových kol přívěsu.

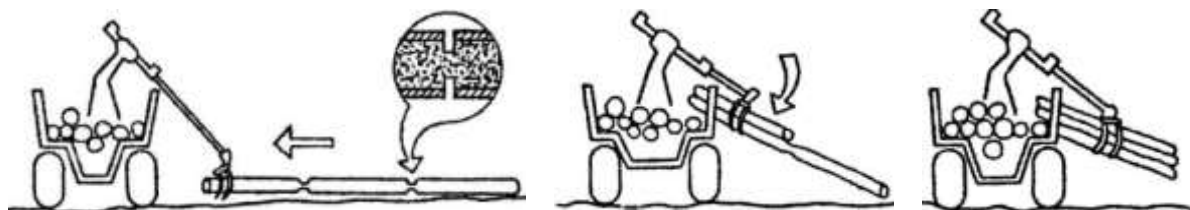


Obr. 15.98. Prototyp vyvážecího přívěsu LV10 HP s hybridním pohonem podvozku



Obr. 15.99. Funkční celky hybridního pohonu podvozku přívěsu LV10 HP

**Technika práce s vyvážeci a vyvážecími soupravami** se liší v plošných mýtních těžbách a těžbách výchovných a výběrných. U plošných těžeb může být vyklizování integrováno se sestavením nákladu, protože pohyb vyvážece bývá možný po linkách, dostatečně hustě vedených po těžební ploše. U výchovných těžeb je pohyb vyvážece omezen jen na linky – proto musí být vyklizení dříví k nim realizováno jiným prostředkem (harvestorem, koněm, navijákem, manuálním snášením). Připravené hromádky přitom musí být uloženy do mezer mezi stromy, mimo průjezdný profil linky! Vyvážec pak nakládáním předem připravených hromádek výřezů sestavuje náklad. Výjimkou z tohoto pravidla je „nalámání“ sdruženého výřezu, ležícího na dosah od linky (Obr. 15.100.). Tento postup se používá při motomanuální těžbě, kdy dřevorubec pokácí a odvětví strom v dosahu linky a jeho naříznutím z obou stran jen naznačí délky budoucích výřezů. Operátor potom sdružený výřez šetrně vyklidí k lince, a „naláme“ jej na ložnou plochu. Výřezy ze stromů od linky vzdálených musí být sneseny ručně. Jedná se o postup velmi náročný na zručnost těžaře i operátora.



Obr. 15.100. „Nalámání“ sdruženého výřezu na ložnou plochu vyvážecího traktoru

Pro pohyb všech vyvážecích strojů terénem i po linkách platí, že jsou vzhledem k vysoko položenému těžišti citlivější na příčný sklon než traktory soustředující dříví vlečením. Po linkách, u kterých se kombinuje podélný a příčný sklon se proto pojíždí pouze bez nákladu, a pojezd s nákladem se omezuje jen na linky bez příčného sklonu! Jestliže se nelze vyhnout jízdě vyvážecího stroje po vrstevnici, stroj

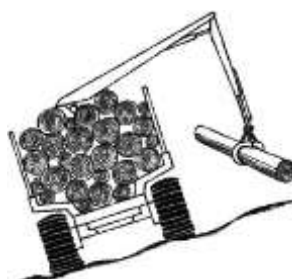
se vyvažuje vyložením hydraulického jeřábu proti svahu (případně se ještě do drapáku uchopí výřez). Při jízdě vyvázečního stroje po vrstevnici by se dříví mělo na ložnou plochu nakládat jen z prostoru nad linkou, aby se vyloučilo nebezpečí převrácení stroje klopným momentem hydraulického jeřábu a břemene. Pro vyvázeční 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 vyvázečních souprav zacouvat do slepé linky je velice omezená až nemožná, je vhodné trasovat vývozní linky jako průběžné. Couvání s vyvázečním traktorem, je snazší, neboť princip jejich řízení je shodný nebo obdobný zlamovacímu řízení. Proto mohou vyvázeče používat i zpřístupňovací síť tvořenou zčásti slepými linkami. Z hlediska optimalizace provozu, jakož i zvýšení šetrnosti vůči půdě, by ale i v tomto případě měly být linky projektovány jako průjezdné, aby se vyloučil zbytečný nárůst přejezdů strojů po stejné dráze. Pokud vyvázeční stroj při jízdě s nákladem uvázne (na neúnosném místě linky), mnohdy nezbyvá, než část nákladu složit vedle linky a vyvézt ji až při další jízdě s nákladem (pokud není vyvázeční stroj vybaven vlastním vyprošťovacím navijákem).

### Základní požadavky na síť linek pro vyvázeční stroje

- vyznačení linek v porostu je úkol pro technologa, nikoliv pro operátora
- při vyšších sklonech svahu vkládat linky kolmo na vrstevnice
- dbát na minimalizaci výšky pařezů na lince již při kácení, případně pařezy dodatečně snížit (hrozí poškození stromů i stroje, riziko převrnutí)
- šířka linek podle rozměrů stroje 3,5-4,5 m (v zatáčkách a na nájezdech na odvozní cesty více)
- upřednostňovat paralelní uspořádání linek
- minimalizovat množství slepých linek.



Obr. 15.101. Nájezd na pařez může mít za následek převrácení stroje, nebo poškození stromu u linky



Obr. 15.102. Vyvažování stroje v příčném sklonu výložníkem s výřezem



Obr. 15.103. Schéma nakládání a jízdy vyvázeče

**Jízda** s plně naloženým vyvázečním strojem je pomalá, proto může být při delších transportních vzdálenostech vhodnější postupné nakládání. Na začátku trasy se naloží část nákladu, a vyšší rychlostí jízdy se pokračuje na konec trasy, kde se náklad doloží, a na odvozním místě se pokračuje sníženou rychlostí. Zejména u vyvázečů (nemusí při každém nakládání vyklápat opěrné nohy) je tento postup rychlejší než systematické nakládání. **Ukládání dříví na skládku** se děje hydraulickým jeřábem s drapákem, přitom se výřezy třídí a ukládají do hrání. V některých případech může být účelné **použít sortimentní stroj pro odvoz dříví**. Je tomu tehdy, pokud je odvozní vzdálenost tak krátká, že se vyloučením jednoho nakládání a skládání nákladu ušetří delší čas, než je rozdíl spotřeby času na odvoz automobilem ve srovnání se spotřebou času na odvoz pomalejším vyvázečním strojem. V některých

evropských regionech je odvážení krátkých výřezů sortimentním vyvážecím strojem naprosto běžné v horských oblastech, ve kterých je odvozní síť dimenzována jen pro ně, a provoz rozměrnějších automobilních odvozních souprav vůbec neumožňuje.

### Přehled modelových technologií vyvážení dříví

**Motorová pila + ruční snášení dříví + sortimentní vyvážecí stroj** se používá ve výchovných těžbách v motomanuální sortimentní metodě, variantě standardních délek, kdy dřevorubec snáší (vyklizuje) vyrobené krátké výřezy k lince, po které vyvážení realizuje sortimentní vyvážecí stroj.

**Motorová pila + kůň + procesor + sortimentní vyvážecí stroj** se používá ve výchovných těžbách, kdy jsou celé stromy vyklizeny koněm k lince, a po zpracování procesorem a uložení vyrobených výřezů k lince, jsou výřezy vyváženy sortimentním vyvážecím strojem.

**Motorová pila + mobilní navíjedlo + procesor + sortimentní vyvážecí stroj** se používá ve výchovných těžbách, kdy jsou celé stromy vyklizeny k lince mobilním navíjedlem, a po zpracování procesorem jsou výřezy vyváženy sortimentní vyvážecí soupravou.

**Motorová pila + navíják traktoru + procesor + sortimentní vyvážecí stroj** jsou obdobným řešením jako dva předcházející případy, s tím rozdílem, že se může jednat i o využití integrované těžby se současným vyklizováním vytěžených stromů.

**Harvester + sortimentní vyvážecí stroj** je v současnosti typický příklad technologie vyvážení dříví. Používá se ve výchovných i obnovních těžbách. Harvester kácí stromy a vynáší 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 zpravidla realizuje sortimentní vyvážecí (nikoliv vyvážecí souprava, jejíž výkonnost bývá oproti výkonnosti harvesteru výrazně nižší).

### 15.6.7. Kombinované pozemní soustředování dříví

Termín **kombinované soustředování** dříví znamená, že jeden prostředek dříví vyklizuje z porostu k přibližovací lince, kde na vývozním místě (VM) připravuje náklad (hromádky dříví) pro další prostředek, a ten přiblížením dříví po lince a jeho uložení na skládku na OM dokončí fázi soustředování dříví. Kombinované soustředování dříví se používá v případech, kdy je účelné z **důvodů ekonomických** (součet vynaložených přímých nákladů je nižší než přímé náklady, které by bylo nutné vynaložit v případě použití jediného prostředku), **časových** (kombinace přináší časovou úsporu oproti použití jediného prostředku), nebo **ekologických** (kombinace prostředků je ekologicky šetrnější než použití jediného prostředku). Běžně však nastává souběh uvedených důvodů.

### Obvyklé kombinace prostředků pro soustředování dříví

Uvedené kombinace prostředků nejsou vyčerpávajícím přehledem všech možností, ale uvedeny jsou ty, jejichž aplikace je v našich podmínkách reálná.

#### Kůň + traktor (UKT, SLKT)

Jedná se o nejběžnější kombinaci standardních prostředků pro pozemní soustředování dříví u nás. Používá se především ve výchovných těžbách, kdy kůň vyklizuje dříví k lince a sestavený náklad pak přibližuje traktor. Vzdálenost vyklizování koněm by neměla přesáhnout 40 m (50 m). Hlavní přínos této kombinace spočívá v tom, že vyklizování (pohyb každého kusu po samostatné dráze) provádí energeticky nenáročný prostředek, a díky manévrovací schopnosti koně je šetrné vyklizení dříví pro obsluhu méně pracné, než vyklizování lanem navíjaku, které by vyžadovalo časté převěšování směrových kladek. Při přiblížování dříví po lince může traktor využít svoji tažnou sílu a vyšší rychlost pohybu. Zda se použije kombinace koně s UKT či SLKT nezáleží na charakteristice terénu, protože se traktor pohybuje po lince a nikoliv terénem. Terénní nerovnosti by na lince neměly být a sklon linek nad 25 % se vyskytuje jen v minimálním počtu případů. Volbu mezi UKT a SLKT ovlivňuje především přibližovací vzdálenost, protože při delších přibližovacích vzdálenostech může být výhodnější použití výkonnějšího a rychlejšího SLKT i v terénech skupiny A. Poškození stromů stojícího porostu vyklizovaným dřívím bývá při kombinaci s SLKT vyšší než při kombinaci s UKT,



protože sestavování větších nákladů nepřímo způsobuje větší podíl dříví vyklíženého po neoptimálních vyklizovacích dráhách.

### **Kůň + lanové dopravní zařízení**

Používá se ve výchovných, obnovných i nahodilých těžbách, pro zvýšení koncentrace dříví k jedné trase lanového dopravního zařízení. Kůň vyklizuje dříví po vrstevnici pod nosné lano lanového dopravního zařízení, čímž se účelně zvyšuje rozestup tras, snižuje se doba na přestavby lanovek a tím se zvyšuje celková ekonomická efektivnost použití lanových dopravních zařízení. Protože při sklonu terénu nad 10 % dochází k bočnímu odvalování výřezů a surových kmenů, je třeba při vyklizování dříví po vrstevnici zajistit bezpečnost koně, i ochranu stojících stromů odrazníky, případně ponechanými ležícími kmeny, které se vyklidí jako poslední. Vzhledem k obtížnému sladění výkonnosti koně a lanového dopravního zařízení se pracovní pole mimo přímý boční dosah lanovky těží a vyklizují v časovém předstihu.

### **Mobilní navíjedlo + lanové dopravní zařízení**

Je obdobou předcházející varianty, ale v případech, kdy je členitost terénu pro použití koně příliš riskantní, např. v suťových polích.

### **Traktor (UKT, SLKT) + lanové dopravní zařízení**

Používá se v případě, kdy po vyklizování a po části trasy přibližování kolovým prostředkem je nutné překonat neúnosný terén, terén s překážkami, případně vodoteč. V tomto případě slouží lanové dopravní zařízení jako vývozní lanovka, a nevyužívá se pro vyklizování a sestavení nákladu dříví.

### **Lanové dopravní zařízení + traktor (UKT, SLKT)**

Tato kombinace je obvyklá, když účinná délka trasy LDZ neumožňuje její ukončení na OM, a současně charakteristika terénu umožňuje považovat koncový bod LDZ za VM, a od něj přibližovat dříví traktorem. Ideální je použít stromovou metodu, a na VM, případně mezi VM a OM provést odvětvení. Totéž platí v případech, kdy se pro odtahování od nosného lana lanovky musí použít traktor. (V tomto případě je možné využít traktor k současnému odvětvození protahovacím odvětvozacím strojem).

### **Káčeč-hromádkovač + SLKT (traktor se svěrným oplenem)**

Káčeč-hromádkovač v této kombinaci vykonává vyklizování (vynášení) s vytvářením balíků pro následný přibližovací prostředek. Jedná se o velice efektivní kombinaci vzhledem k tomu, že sestavení nákladu spotřebovává až 1/3 času z celého cyklu přibližování dříví. Použití káčeče-hromádkovače proto výrazně zvyšuje výkonnost následného přibližovacího prostředku. Následuje-li na OM odvětvození procesorem, je časově vhodnější traktor se svěrným oplenem (který z nákladu vyjede), než SLKT, u kterého uložení nákladu na OM trvá podstatně déle a způsobuje delší prostoj procesoru.

### **Ruční snášení dříví + kůň**

Používá se při ručním snášení (vyklizování) dříví k lince při výrobě rovnaného dříví v porostu (a při výrobě tyčí), s následným přibližováním (případně i dokončením vyklizování) koněm.

### **Ruční snášení dříví + sortimentní vyvážecí stroj**

Používá se v motomanuální sortimentní metodě, variantě standardních délek, kdy dřevorubec snáší (vyklizuje) krátké výřezy (zpravidla 2 m dlouhé) k lince, po které pak realizuje vyvážení sortimentní vyvážecí stroj.

### **Harvestor + sortimentní vyvážecí stroj**

Používá se ve výchovných i obnovných těžbách. Harvestor kácí stromy a vynáší je na linku, kde odvětvue a vyrábí sortimenty. Vyvážení realizuje sortimentní vyvážecí stroj.

### **Kůň + harvestor + sortimentní vyvážecí stroj**

Kombinace používaná ve výchovných těžbách, když je vyžadován větší rozestup vyvážecích linek, než je dvojnásobek dosahu ramene stroje. Stromy vzdálené od linky natolik, že na ně harvestor nedosáhne, jsou po pokácení JMP vyklizeny koněm na dosah od linky, kam pro ně operátor dosáhne výložníkem a zpracuje. Vzhledem k rozdílné výkonnosti prostředků, a nutnosti zajistit bezpečnou práci všem zúčastněným, musí být kácení motorovou pilou a vyklízení dříví (stromů) koněm provedeny v předstihu.

## 16. SOUSTŘEĐOVÁNÍ DŘÍVÍ LANOVÝMI DOPRAVNÍMI ZAŘÍZENÍMI

### 16.1. Technický vývoj lanových dopravních zařízení

Za kolébku lanovek je možné považovat Indii, Japonsko a Čínu, kde domorodci používali primitivních lan spletených z lián k překlenutí překážek. V západních zemích spadají první zápisy o lanovkách a jejich používání při dopravě materiálu nebo i lidí do roku 1411 až 1440.

Technicky dokonalejší zařízení navrhl Faustus Verantius roku 1617. Šlo o zařízení, kde mezi dvěma stožáry bylo nataženo nosné lano, po kterém jezdil na kladkách vozík. Vozík byl uchycen k oběžnému lanu, které bylo poháněno ručně. Do vozíku se nastupovalo a vystupovalo po žebřících připevněných ke stožárům. V 17. a 18. stol. byla lanovkám věnována minimální pozornost a nezaznamenaly takřka žádný rozvoj.

**Počátky lanového přibližování dříví** můžeme najít v polovině 19. stol. Nejprve bylo využíváno jednoduchých lanových (drátěných) smyků, kdy mezi místem nakládky a stanovištěm v údolí bylo napnuté lano nebo drát, po kterém byl náklad zavěšený na háku, drátu, řetízku nebo jednoduché kladce spouštěn dolů na skládku. Jednalo se tedy o gravitační způsob přibližování dříví, který bylo možné využívat pouze ve svažitých terénech. Výrazného rozšíření doznaly lanovky také v období první světové války (1918-1919), kdy byly použity na rakousko-italské frontě, protože terén alpských oblastí vyžadoval stavbu lanovek k zásobování vojska. Na konci války byly tyto lanovky prodány obchodníkům se dřívím. Lanovky se rozšířily v Rakousku, Švýcarsku, Itálii a Francii.

V první polovině 20. stol. byl ve Švýcarsku zkonstruován lanový jeřáb Wyssen, jehož součástí byl technicky dokonalý vozík vybavený zařízením pro kotvení v libovolném místě trasy lanovky a s možností zajištění nákladu v plném závěsu. Celé zařízení se skládalo z jednobubnového navijáku s vlastním motorem, který se přitahoval smykem do pracovní polohy na horním konci trasy. Buben s nosným lanem byl samostatnou jednotkou. Nosné lano bylo přitahováno ukotveným navijákem a předepínáno kladkostrojem. V 90. letech patřily lanovky typu Wyssen k nejosvědčenějším dlouhotraťovým lanovkám, které se trvale uplatňovaly v horských oblastech, kde z důvodů ekonomických nebo z důvodu nepřístupnosti stavby cest v chráněných krajinných oblastech chyběly svážnice a hřebenové cesty.

Ke **zvýšení mobilnosti lanovek** a zároveň snížení potřeby času na montáž a demontáž lanovek přispěla ve druhé polovině 20. stol. firma Mayr-Melnhof, která zkonstruovala první stožárový lanový systém. Při vývoji lanovek byla také věnována pozornost lanovým vozíkům. Problémem byl systém vypuzování tažného lana. Nejprve bylo tažné lano vypuzováno samovolně s využitím gravitace a s pomocí ručního zatahování do porostu. Později se začalo využívat pomocného lana, které tažné lano z vozíku vypuzovalo. V současné době je vývojovým trendem v oblasti lanovkových vozíků konstrukce systémů s vlastním pohonem, což má své výhody i nevýhody. Nevýhodou může být větší zatížení nosného lana, což lze řešit např. instalací lehkých elektromotorů poháněných energií dobíjenou za provozu alternátorem.

Mimo problematiku zdokonalování lanovkových vozíků byla řešena celá **řada dalších problémů**. Mezi nejčastěji diskutované se řadí problém různé rychlosti bubnů u systémů s dvěma a více bubny. Například u systémů, které pracují s tažným a vratným lanem, je třeba pro udržení nákladu v polozávěsu brzdit a vyvozovat tažnou sílu současně, což způsobuje rozdílné napětí v lanech, nerovnoměrný, trhavý pohyb vozíku s nákladem a maření energie. Mařením energie vzniká teplo, které je nutno odvádět, což s sebou přináší nemalé konstrukční problémy. Tyto problémy byly řešeny tzv. rekuperačním systémem interlock. Podstatou systému interlock je takové propojení (mechanické, hydraulické) tažného a vratného bubnu, které umožňuje dokonalou synchronizaci navíjení jednoho bubnu současně s odvíjením druhého, a to bez ohledu na měnící se počet vrstev lana, které jsou na bubnu navinuty. Jinými slovy, systém eliminuje změnu poloměru navíjení.

V současné době se také poměrně často setkáváme s konstrukcí **lanových stožárových systémů** instalovaných na automobilovém podvozku, jehož součástí je také otočný hydraulický jeřáb s drapákem, usnadňující manipulaci s přiblíženým dřívím. Jeřáb bývá také často opatřen místo drapáku procesorovou hlavicí. V tomto případě může být lanovka úspěšně nasazena při stromové

metodě, kdy přiblížené celé stromy se odvětví a vydruhují na potřebné sortimenty přímo u řídicí stanice lanovky.

Pravděpodobně za největší novinku lze považovat tzv. **nekonvenční lanovky**. Základním principem těchto lanovek je samostatný autonomní pohyb vozíku, ve kterém jsou zabudovány všechny technologické prvky činnosti (motor, zdvihání, pohyb po i proti svahu, řídicí jednotka, pohonné látky atd.). Principiálně jsou vyvinuty dvě základní varianty těchto lanovek. První varianta pracuje s jedním lanem, které je zároveň nosné i pohonné. Druhá varianta pracuje se dvěma lany. Nosné lano slouží pouze jako dráha, pohonné lano zprostředkovává pohyb a zároveň slouží jako pojistka při přetržení nosného lana.

Základový stroj lanových dopravních zařízení (LDZ), jinak řečeno, jejich pohonná stanice, nezajíždí do porostu (na těžební plochu), proto jsou LDZ použitelná i tam, kde strmé svahy, terénní překážky a neúnosné půdy neumožňují pozemní soustředování dříví. Takové terénní podmínky se vyskytují na 15 % lesní půdy ČR (9 % nadlimitní sklony terénu, 3 % neúnosné půdy, 3 % terény s překážkami). Připočtou-li se plochy, na kterých by bylo lanovkové soustředování dříví vhodné z ekologických důvodů (snížení rizika eroze či zhutnění půdy pojezdem stroji), je výsledný podíl cca 30 %, což kontrastuje se současným podílem lanovkového soustředování, který je 3 %. Soustředování dříví LDZ tedy čeká rozvoj i proto, že má tyto **výhody**

- přibližovací vzdálenost odpovídá délce svahu, zatímco svážnice nutné pro pohyb traktorů v nadlimitních svazích prodlužují ideální přibližovací vzdálenost až 4x
- poměr hmotnosti traktoru (vyvážeče) a nákladu bývá 1:1 (při vlečení po svahu až 1:1,5); ale hmotnost pohybujících se částí LDZ (vozíku a lana) nepřevyšuje 1/10 hmotnosti nákladu
- důsledkem kratší přibližovací vzdálenosti a příznivějšího poměru přemísťovaného dříví oproti kolovým traktorům je téměř o polovinu nižší spotřeba pohonných hmot na  $1\text{ m}^3$  u LDZ
- LDZ nevyžadují tak hustou lesní dopravní síť jako traktorové soustředování, v důsledku čehož je narušení geomorfologie území a odnímání porostní půdy z produkce nižší
- operátor LDZ ovládá stroj z kabiny stojícího stroje, nebo dálkově. Je tak méně vystaven vibracím, hluku a výfukovým plynům než při jízdě traktoru terénem. Protože při jízdě stroje terénem nelze nikdy úplně vyloučit riziko jeho převrácení, je bezpečnost práce u LDZ vyšší než u traktorového soustředování dříví.
- pohonná stanice LDZ stojí na místě, a na pracovišti zajíždí jen lanovkový vozík. Fyzické opotřebení LDZ je proto nižší než traktoru pro soustředování dříví a životnost delší.
- rychlost soustředování dříví LDZ nezávisí na stavu povrchu terénu, takže v praxi je výkonnost LDZ vyrovnaná bez ohledu na dešťové srážky, zatímco výkonnost traktorů v rozbahněném terénu výrazně klesá
- výhodou LDZ je šetrnost k dopravovanému dříví i k přírodnímu prostředí - nedochází ke zhutnění půdy, a narušení půdního povrchu má povrchový charakter. Rozsah a nákladnost povýrobních úprav pracoviště proto bývají výrazně nižší než po soustředování dříví traktory.

Přes své výhody lanovkové soustředování dříví v ČR spíše stagnuje. Důvodem je však nikoliv tento princip jako takový, nýbrž především selhání lidského činitele, spočívající v následujících projevech

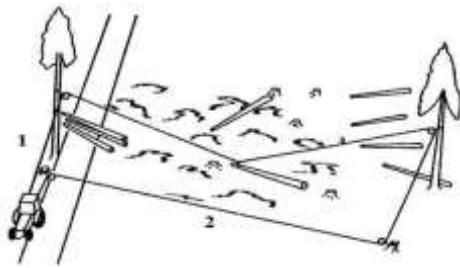
- speciální lesní kolové traktory přinesly do praxe opojení jejich terénní dostupností, což se projevuje jejich nasazováním do všech výrobních podmínek, ve kterých ještě ob stojí průjezdností terénem, a to bez ohledu na škody, které způsobí. Jinak řečeno, při volbě prostředků pro soustředování dříví jsou podceňována ekologická hlediska.
- přeceněním SLKT klesla poptávka po LDZ, což vedlo k omezení jejich vývoje a morálnímu zastarání. Po obnovení poptávky nastaly nepřilíš úspěšné a nekonceptní nákupy přemíry typů LDZ ze zahraničí. Současný stav je obdobím obnovení důvěry k tuzemským výrobkům, které ztrátu v technické úrovni nejen dohnaly, ale v řadě parametrů jsou na evropské špičce.
- deformací ekonomických ukazatelů je přecenění významu přímých nákladů na soustředění  $1\text{ m}^3$  dříví, které jsou u LDZ 1,2-1,8x vyšší než u traktorů, ale tento ukazatel nevypovídá nic o odlišném rozsahu a nákladnosti následných povýrobních úprav pracovišť, o odlišné nákladnosti budování a údržby lesní dopravní sítě, o rizikovitosti prací, návaznosti na pěstební činnost, a odlišné míře negativního působení na lesní ekosystémy. Chybí tedy celostní vnímání ekonomiky lesního

hospodářství a převládá izolované ekonomické hodnocení jednotlivých výrobních fází, či dokonce jen operací.

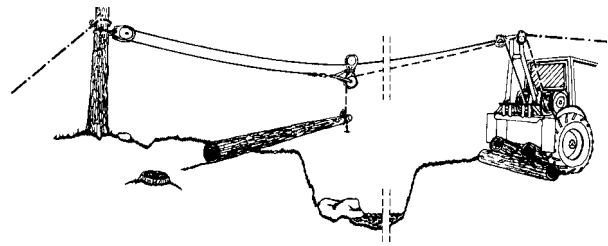
- z hlediska přípravy a řízení výroby je soustřeďování LDZ ze všech způsobů soustřeďování dříví nejnáročnější, proto jej lidská pohodlnost potlačuje. Přispívá k tomu i obtížnost získání kvalifikace řídicího a obslužného personálu – kvalifikaci lanovkáře nelze získat v žádném učňovském středisku, a akreditovaných organizací pro školení lanovkářů je málo. Tomuto stavu napomáhá i skutečnost, že neexistuje žádný zákonný předpis, který by vyžadoval určitou speciální kvalifikaci pro pracovníky obsluhy LDZ. Minimální úroveň znalostí a schopností správného ovládní a užívání LDZ tak vycházejí jen z obecných předpisů, kterým je např. zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky (povinnost výrobce uvádět na trh jen bezpečné výrobky a vybavovat je příslušnou dokumentací, včetně návodu k obsluze, jímž je obsluha výrobku povinná se řídit) a nařízení vlády č. 339/2017 Sb., kterým se stanoví způsob organizace práce a pracovních postupů, které je zaměstnavatel povinen zajistit při práci v lese a pracovních obdobného charakteru.

## 16.2. Terminologie lanových dopravních zařízení

**Adaptační** (krátký traktorový) **lanový systém** je modifikací dvoububnového traktorového navijáku, pracujícího s nosným lanem i bez něj, s vysokým vyvedením lan (věžičkou) či bez něj. V nejjednodušší variantě bez nosného lana je jedním lanem (ve funkci vratného lana) zatahováno druhé lano (ve funkci tažného lana) přes kladku zpět do porostu, aby nebylo nutné zatahovat tažné lano do porostu manuálně. Při použití tohoto systému je třeba mít na paměti, že účinná délka trasy může být jen polovinou délky vratného lana. Protože je velikost bubnů traktorového navijáku limitována, pohybuje se dosah těchto systémů do 150 m.



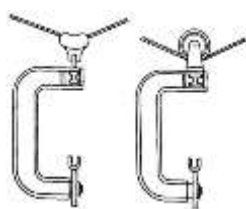
vratné lano (2) zatahuje tažné lano (1) do těžební plochy



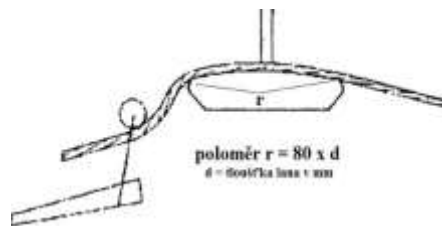
vratné lano plní i funkci lana nosného

**Obr. 16.1. Příklady adaptačních lanových systémů**

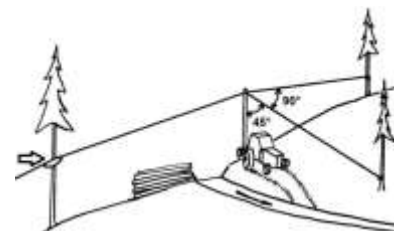
**Botka** je součástí podpěrného systému nosných lan. Na **přirozené podpěry** (stromy), **poloumělé podpěry** (kombinace stromů a zesilovacích podpěr) a **umělé podpěry** se zavěšuje pomocí lan do výšky stanovené projektem. Pro zvýšení výšky lana nad terénem (kladné lomy trasy) se používá **botka podpěrná (zvyšovací)**, pro snížení výšky lana nad terénem (záporné lomy) **botka snižovací** (z praktických důvodů se ovšem snažíme trasu lanovky volit tak, abychom se použití snižovací botky vyhnuli). Botka se skládá ze stojiny (nahore zpravidla ukončené kladkou pro příčné lano) a kyvného ramene s úložným žlábkem. Její tvar musí umožnit oboustranný průjezd lanovkového vozíku, poloměr jejího zakřivení  $r$  musí splňovat nejméně  $r = 80 \times d$ , kde  $d$  je průměr nosného lana v mm. Pro použití jako podpěrná botka se rameno otočí žlábkem nahoru, a nosné lano se vkládá do žlábků shora; pro použití jako snižovací, se rameno přetočí žlábkem dolů a lano se vkládá do žlábků zespodu. Rameno je proti vypadnutí lana z úložného žlábků opatřeno úchytkami. Na konci trasy se používá **neprůjezdná botka**, která udržuje lano v potřebné výšce, ale vozík přes ni nepřejíždí. Lom lana na neprůjezdné botce nesmí být ostrý.



průjezdné botky podpěrné

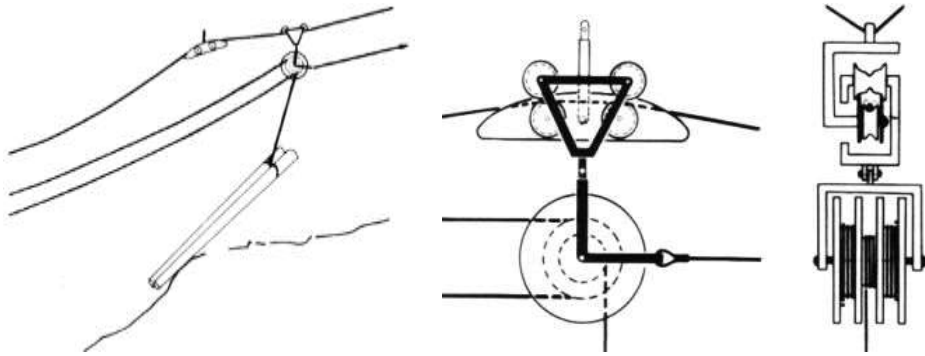


poloměr botky a průhyb lana před botkou

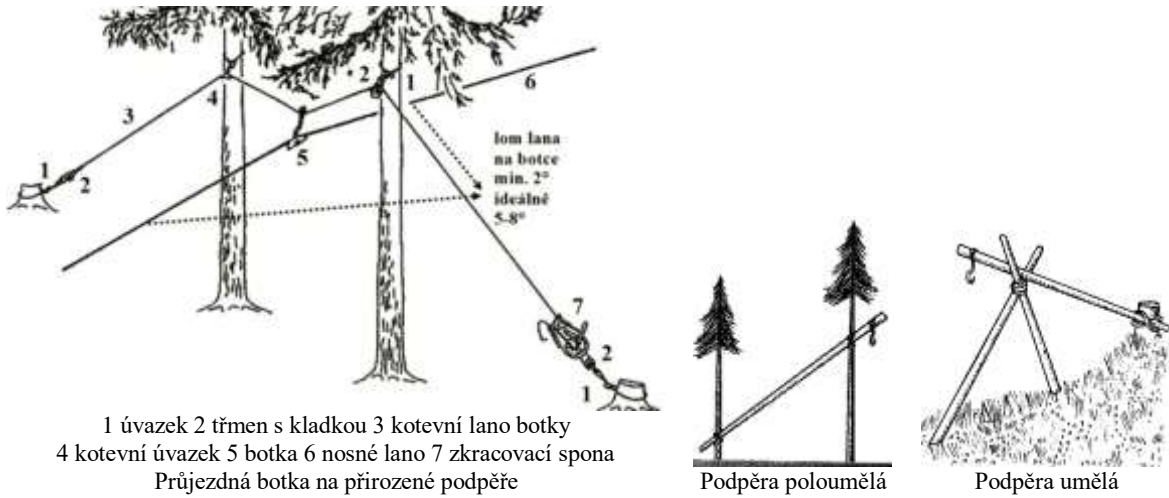


funkce zvyšovací botky

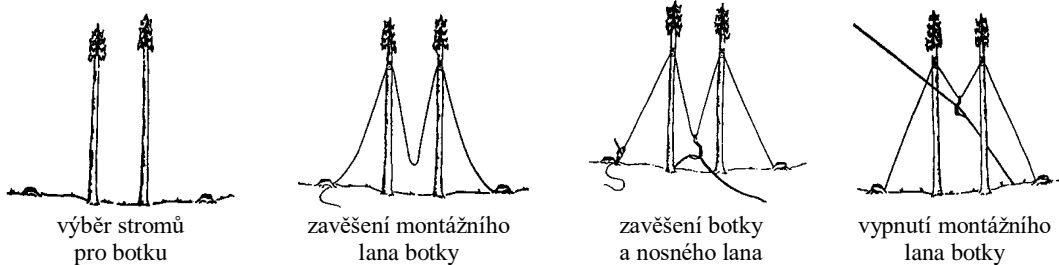
Obr. 16.2. Průjezdňá botka podpěrná a její funkce



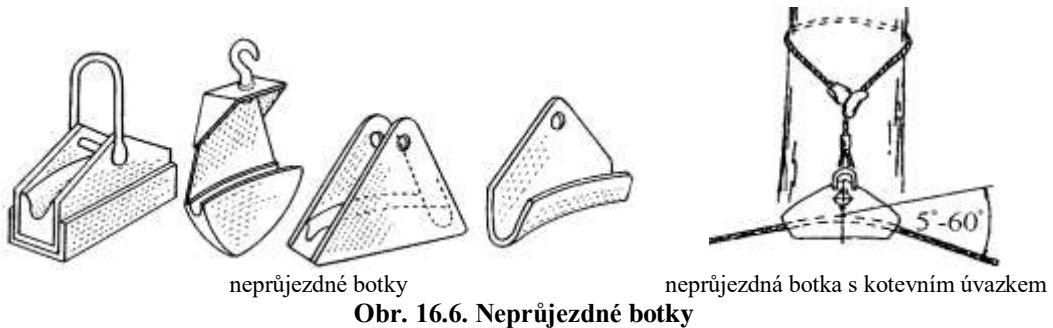
Obr. 16.3. Přejezd lanovkového vozíku přes zvyšovací botku



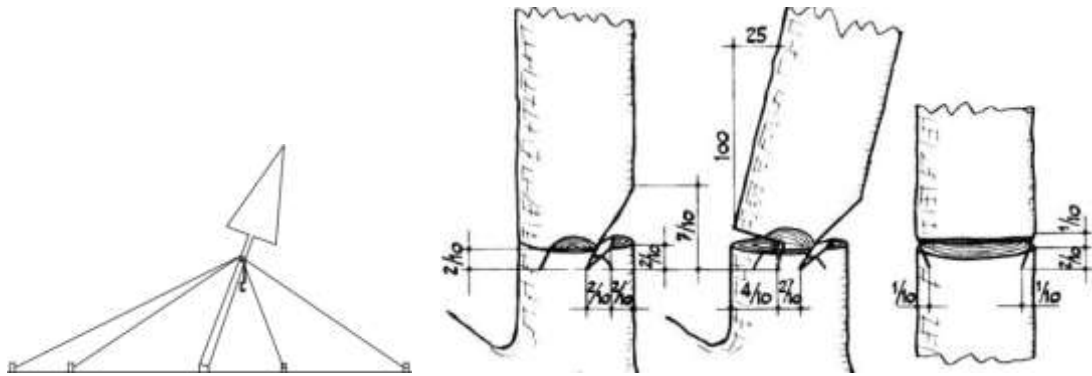
Obr. 16.4. Podpěry – přirozená, poloumělá, umělá



Obr. 16.5. Pořadí úkonů při stavbě průjezdňé přirozené podpěry



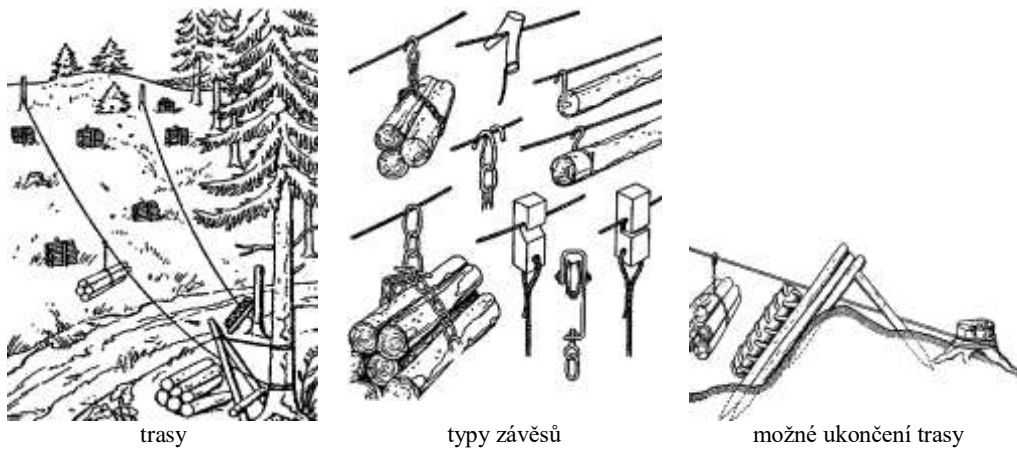
Obr. 16.6. Neprůjezdňé botky



Obr. 16.7. Stavba poloumělé podpěry z naříznutého stromu

**Dovolené namáhání lana**  $S_{Dov}$  je velikost síly (v N), kterou můžeme konstrukcí a projektem stanovené lano namáhat, aniž by byla překročena předepsaná míra bezpečnosti.

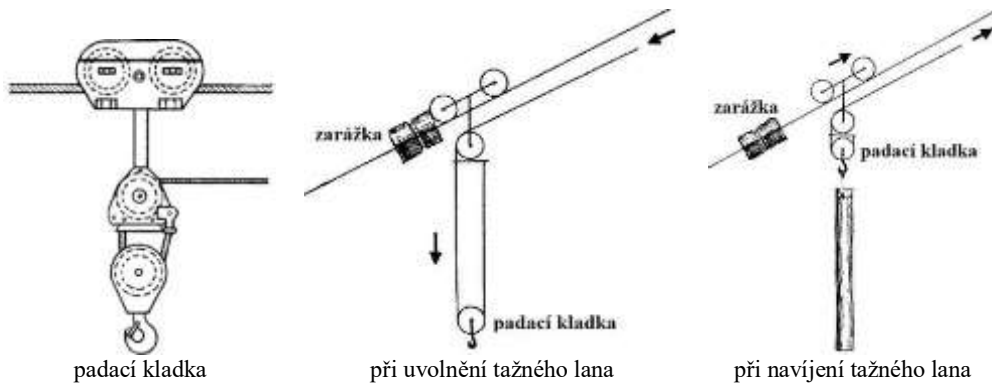
**Drátové a lanové smyky** umožňují po ručním navěšení břemen na drát (lano) gravitační dopravu rovnaného dříví. Použité úvazky se pak musí dopravit zpět na pracoviště.



Obr. 16.8. Lanový (drátový) smyk

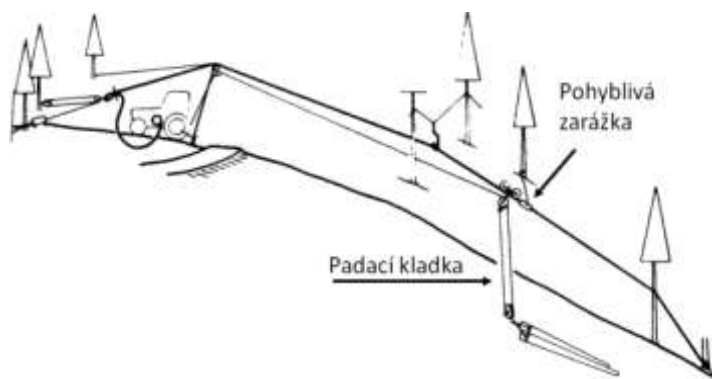
**Kladka** je otočný kotouč, po jehož obvodu je drážka pro vedení lana. Vzhledem k tomu, že šířka drážky má být 1,06-1,08 tloušťky lana, musí být při práci s různými tloušťkami lan k dispozici větší množství odlišně širokých kladek (úzká kladka deformuje lano elipsovitě na výšku, široká kladka na šířku).

**Kladka padací** je volná kladka opatřená hákem pro upevnění úvazku, zavěšená na tažném laně, jejíž hmotnost zajišťuje její spuštění spolu s vytažením tažného lana přes kladku vozíku, obepínajícího padací kladku a ukončeného na vozíku. Při vyklizování nákladu z boku a zvedání nákladu plní padací kladka funkci kladky silové. Vzhledem k její hmotnosti, která musí stáhnout i volný konec tažného lana, je její zatahování na těžební plochu namáhavé.



Obr. 16.9. Padací kladka





dvoulanový LDZ proti svahu (nosné + tažné lano)

**Obr. 16.10** Použití padací kladky při soustřeďování dříví

**Kotvení strom** je strom přiměřených dimenzí, sloužící ke kotvení lan LDZ, jehož stabilita pro nosné lano se ověřuje výpočtem. Aby nebyly kotvení stromy poškozeny lanem, mělo by se kotvit přes ochranný límec, nebo by měl být strom alespoň provizorně ochráněn před poškozením. Vázat lano přímo na živý strom je možné, je-li vyznačen k těžbě. (Životnost stromů, použitých jako kotvení, je i tak omezená, protože střídavé síly, působící na ně při provozu LDZ obvykle naruší jejich kořenový systém). Kotvit je možné na více stromů (pokud by kotvení na jeden bylo nedostatečné), na pařezy i na umělé kotvy. V tom případě nese první strom zatížení 100 %, druhý 10-40 % a třetí 1-10 %. Tomu je třeba podřídit výběr stromů podle jejich tloušťky. Při výběru stromu se nejprve posoudí jeho zdravotní stav, a pokud možno se vyloučí solidní stromy, které mohou být vyvráceny větrem. Následuje zhodnocení kořenového systému a směr hlavního kořene oproti předpokládanému směru tahu. Kotvení lano má být vedeno co nejnižše nad zemí a nemá namáhat kotvu torzními silami. **Čerstvé pařezy** jsou jako kotva výhodnější, protože po pokácení stromu odpadají síly působené korunou stromu, a do pařezu je možné udělat zárez pro upevnění lana. **Starší pařezy** se musí z opatrnosti dimenzovat silněji, než pařezy čerstvé. **Orientační výpočet** pro posouzení **únosnosti stromů a pařezů** je podle vztahu

$$F_z = \frac{d_{1,3}^2}{f}$$

kde:  $F_z$  ...únosnost kotvy vůči tahu (t)

$d_{1,3}$  ...průměr stromu (pařezu) ve výčetní výšce (dm)

$f$  ...korekční empirický faktor

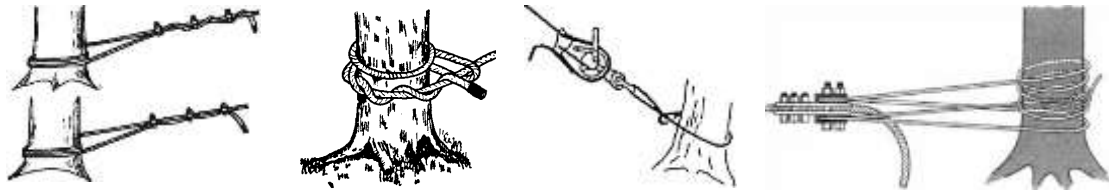
Kritérium	Příznivé podmínky f = 2	Normální podmínky f = 3	Špatné podmínky f = 5	Velmi špatné podmínky f = 8
čas provozu	1-3 dny			
vitalita	zdravé stromy	zdravé stromy a pařezy	pařezy s opadávající kůrou	staré pařezy
kořeny	zdravý kořenový systém jdoucí do hloubky	dobře, únosné kořeny	jemné kořeny odumřelé, kořenový systém drží slabě	
typ kořenů	ploché kořeny v příznivých podmínkách, hluboké kořeny v normálních podmínkách	srdečkovité a ploché kořeny v normálních podmínkách		
úhel kotvení	do 15°	30°	30-45°	
půda	hluboké, svěží*	bonita 6-10	kamenitá, zamokřená, písčitá, štěrkovitá, staré kalamitní plochy	štěrkové terasy, písky, zvětralé skály, hladké skalní plošiny, podmáčené půdy, čerstvé kalamitní plochy
počasí	příznivé, bez intenzivních srážek		deště, tání sněhu, nárazový vítr	obleva, bouřky, velké srážkové úhrny, rozmočení půdy
kontrola		pravidelná	průběžná	průběžná
jiné			časté rázy na kotvy, červená hniloba	velmi silná hniloba

\* pozor – na velmi dobrých bonitách bývají kořeny slabé!

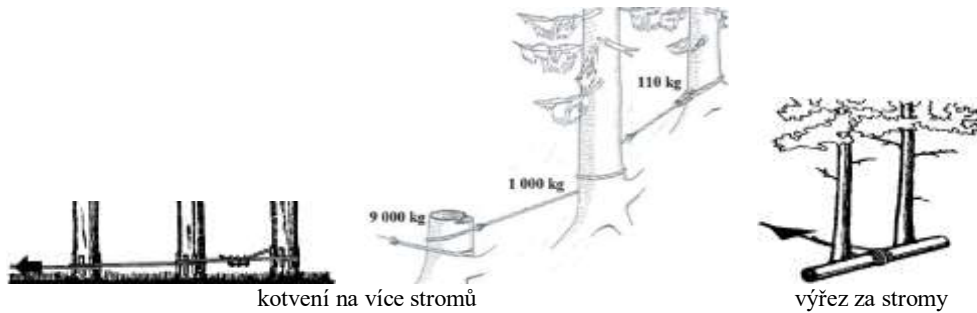
**Tab. 16.1.** Podmínky ovlivňující volbu korekčního empirického faktoru únosnosti stromů a pařezů

d <sub>1,3</sub> cm	Únosnost stromů a pařezů podle podmínek (t)			
	Příznivé podmínky faktor 2	Normální podmínky faktor 3	Špatné podmínky faktor 5	Velmi špatné podmínky faktor 8
20	2,0	1,3	0,8	0,5
25	3,1	2,0	1,2	0,75
30	4,5	3,0	1,8	1,1
35	6,0	4,0	2,4	1,5
40	8,0	5,3	3,2	2,0
45	10,0	6,7	4,0	2,5
50	12,5	8,3	5,0	3,0
55	15,0	10,0	6,0	3,7
60	18,0	12,0	7,0	4,5
65	21,0	14,0	8,0	5,2
70	24,5	19,0	9,5	6,0

Tab. 16.2. Orientační hodnoty únosnosti kotevních stromů a pařezů za různých podmínek



Obr. 16.11. Různé způsoby kotvení na stromy



kotvení na více stromů

výřez za stromy

Obr. 16.12. Různé způsoby kotvení



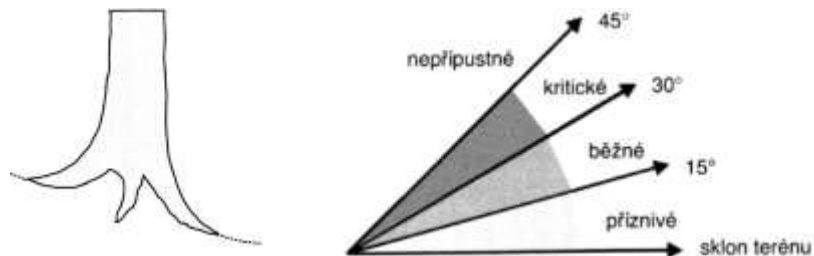
fáze 1.

fáze 2.

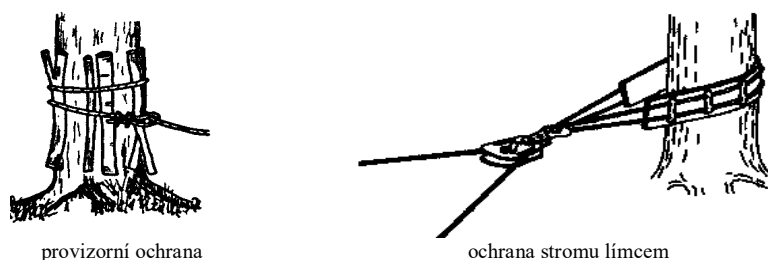
tvorba jednoduchého uzlu

tvorba dvojitého uzlu

16.13. Tvorba jednoduchého a dvojitého uzlu pro kotvení na pařezy



Obr. 16.14. Směry namáhání kotvy



provizorní ochrana

ochrana stromu límcem

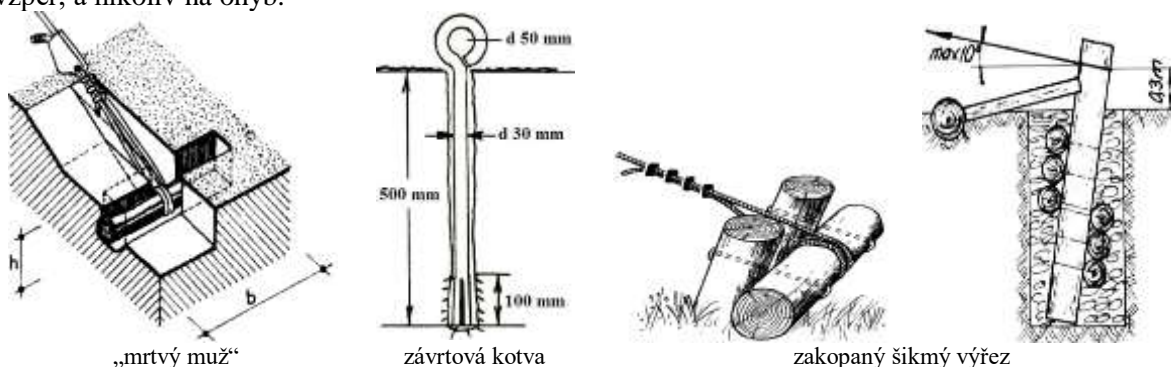
Obr. 16.15. Ochrana kotevních stromů



Obr. 16.16. Kotvení na pařezy

**Kotva** je místem v terénu, sloužícím k zajištění (ukotvení) konců kotevních lan LDZ (lana nosného a lan nesoucích botky). Obvyklé jsou **kotvy přirozené** (dostatečně dimenzované pařezy a stromy) a **kotvy umělé**, výřez zapřený mezi stromy, kotvy závrtové (kotevní jehly), betonové bloky (na trvalých polygonech), kotevní výřezy uložené ve výkopu (mrtvý muž), a balastní zátěž (zabrzdné stroje dostatečné hmotnosti – např. buldozer). Parametry mrtvého muže jsou: délka výřezu  $b = 4$  až  $6,5$  m, tloušťka výřezu  $30-45$  cm, hloubka zakopání  $h = 1,5-1,8$  m.

**Kotvení podpěr** je stabilizování podpěr lany proti vychýlení. Počet lan a jejich umístění musí být ověřeno výpočtem nebo graficky, aby výslednice tlaku na podpěru probíhala její osou a namáhala ji na vzpěr, a nikoliv na ohyb.



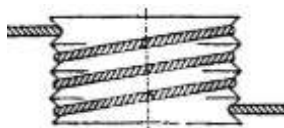
„mrtvý muž“

závrtová kotva

zakopaný šikmý výřez

Obr. 16.17. Způsoby kotvení na umělé kotvy

**Lanáč** (lanopudný kotouč) sloužící k přenosu obvodové síly z bubnu na lano je buben opásaný oběžným lanem, uváděný do střídavého obousměrného pohybu změnou smyslu otáčení bubnu, čímž se mění směr pohybu oběžného lana.



Obr. 16.18. Lanáč

**Lanové dopravní zařízení (LDZ)** je významově nejširší pojem, protože zahrnuje i zařízení dopravující dříví vlečením po zemi, tedy i bez nosného lana.

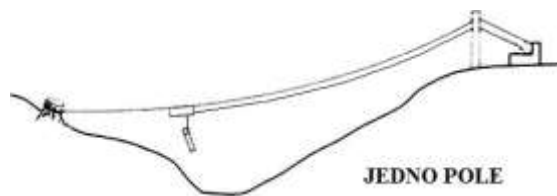
Termín **lanovka** by měl být používán jen pro zařízení s přepravní funkcí, neboť lanovka dříví nevyklizuje, ani jej nezdvíhá pod nosné lano. Proto musí mít nakládací a vykládací rampu. Lesnická praxe termín ovšem lanovka běžně užívá, aniž by to odpovídalo nadřazené technické terminologii lanových a zdvihacích zařízení.

**Lanovkové jeřáby** přepravují náklad na trasách o více polích, vyklizují dříví z těžební plochy k trase, zvedají náklad k nosnému lanu, a na skládce jej spouští.

**Lanové jeřáby** plní technologické funkce jako lanovkové jeřáby, ale na trase s jedním polem.

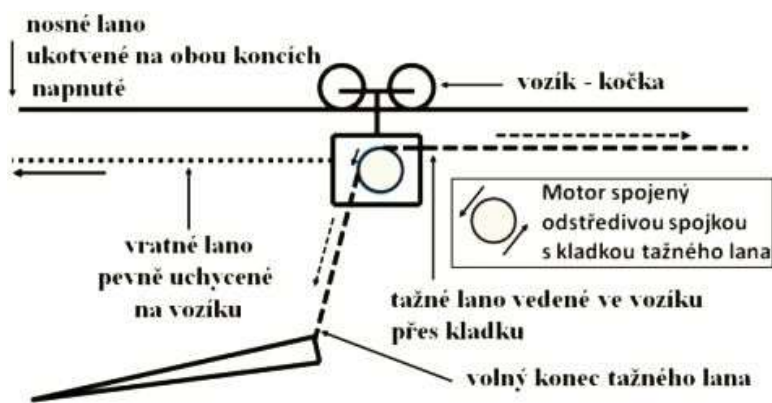


Obr. 16.19. Lanovkový jeřáb



Obr. 16.20. Lanový jeřáb

**Lanovkové vozíky (kočky)** se používají jen u systémů s nosným lanem, a jsou jednoduché, automatické, dálkově ovládané i motoricky poháněné. Po nosném laně pojezdí po pojezdových kladkách, na nosné lano jsou vkládány shora, prosunutím přes pohyblivé západky. Ty během jízdy drží vozík na nosném laně, ale odskakují dovnitř při přejezdu botky, a po jejím překonání se opět vrací. Proto mají lanovkové vozíky poměrně velkou délku, aby při přejezdu botky byl vozík jistěn nejméně jedním párem západek. I tak se může stát, že se vozík při přejezdu botky z lana uvolní. Proto je nezbytné dodržovat zákaz pohybu osob v ohroženém prostoru. **Vozík s motorickým vysunováním tažného lana** vychází z třílanového LDZ N+T+V (nosné + tažné + vratné). Pojíždí po nosném laně, ukotveném na obou koncích a vypnutém. Získávání volného konce tažného lana umožňuje motor, umístěný ve vozíku, spojený přes odstředivou spojku s kladkou tažného lana. Při volnoběhu motoru je toto spojení přerušeno, a kladka je volná pro obousměrný pohyb lana. Při zvýšení otáček motoru (dálkovým radiovým ovládním) spojka sepne a roztáčí kladku tažného lana směrem ven – čímž vysune volný konec lana do těžební plochy. Po vysunutí dostatečné délky lana se otáčky motoru opět sníží, kladka se uvolní a slouží pro vyklizování dříví pod nosné lano. Oproti systému s vysunováním volného konce tažného lana pomocným lankem, se nepohybuje pod nosným lanem pomocné lanko, které komplikuje obsluhu. Logické je, že tento vozík může být použit jen u LDZ s motorickým vypínáním nosného lana. Doplnění PHM a seřizování vozíku u manuálně vypínaných lan by znamenalo neúnosnou pracnost.



Obr. 16.21. Vozík s motorickým vysunováním tažného lana

**Lanová svorka** (šroubová lanová svorka), v lanovkářském slangu „blajchrtka“, slouží k nedestruktivnímu zkracování lan a jejich spojování, pokud neprocházejí přes kladky (viz. kap. 15).

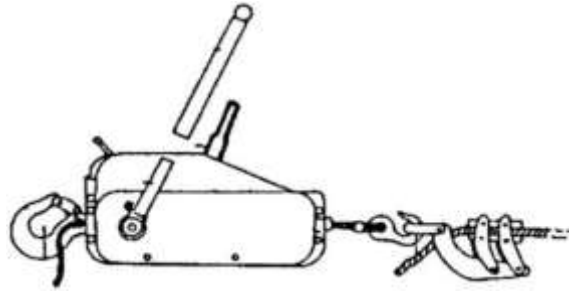


nákres

vytvoření smyčky lana

Obr. 16.22. Lanová svorka a její použití

**Lanový čelistový naviják** je zařízení původně určené např. pro vyprošťování vozidel, je používán pro ruční napínání lan (v lanovkářském slangu „hupcuk“ či „tyrfor“ – podle jednoho z výrobců). Existují i typy, poháněné motorem motorové pily (např. typ Hit Trac 16).



Obr. 16.23. Ruční čelistový lanový naviják

**Maximální napětí**  $S_{Qmax}$  je největší síla (v N) v ose nosného lana vyvolaná tíhou břemene a lan, montážní silou a vlivy prostředí. Nesmí být větší než dovolené namáhání lana  $S_{Qdov}$ . Maximální napětí se ověřuje výpočtem, obsahujícím dovolené namáhání lana a maximální hmotnost břemene.

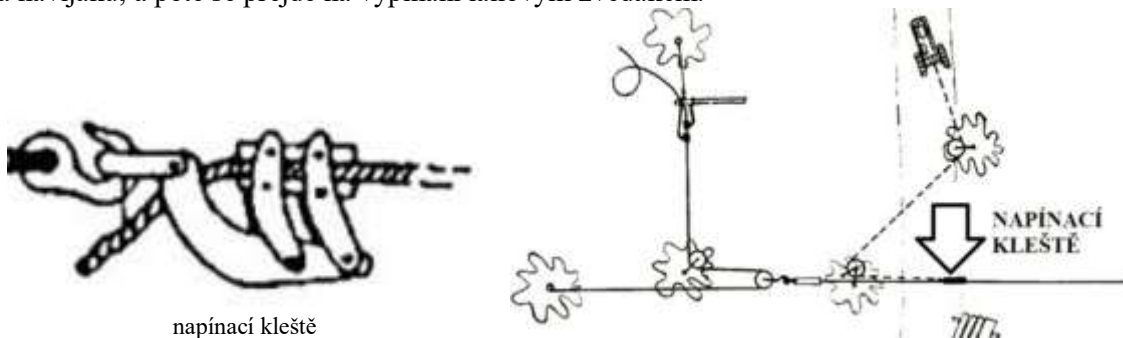
**Montážní lano botky** slouží k zavěšování botek. Na jednom konci bývá opatřeno ocelovým hákem a na druhém je nasunuta zkracovací spona.

**Montážní napětí**  $S_m$  je síla (v N) v ose lana, kterou lano napínáme pro konkrétní provozní použití.

**Montážní napětí nosného lana** stanovujeme výpočtem a závisí na jmenovité nosnosti lana, dovoleném zatížení lana, délce trasy a počtu polí.

**Napětí nosného lana** je velikost síly působící kolmo na plochu průřezu nosného lana. Rozeznáváme napětí montážní, které je stálé, a napětí maximální, které vzniká jako výslednice dynamických účinků pohybu lanovkového vozíku s břemenem. Napětí maximální přitom může dosáhnout 300 až 600 % hodnoty napětí montážního.

**Napínací kleště** jsou tvořeny párem samosvorných čelistí, mezi které je vloženo napínané lano. Do oka kleští je zaháknut konec lana lanového zvedáku (napínače), jehož zkracováním se lano držené samosvornými čelistmi postupně napíná. K dosažení potřebného napětí bývá nezbytné posunout napínací kleště několikrát (po předchozím zajištění lana). Předepnutí lana se s výhodou provádí tahem lana navijáku, a poté se přejde na vypínání lanovým zvedákem.



Obr. 16.24. Napínací kleště a jejich použití při předepínání lana navijákem traktoru

**Navijecí ježek** je určen k ukládání a transportu všech druhů pomocných lan. Každé pomocné lano je navinuto samostatně a staženo řemínky.

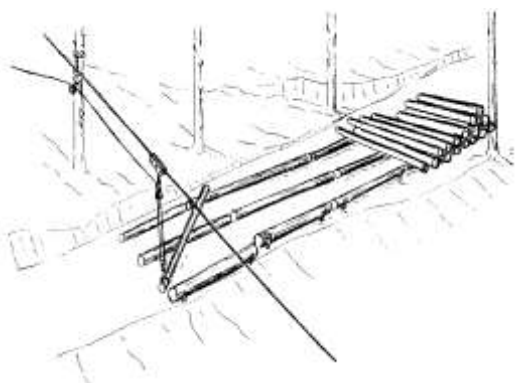
**Nekonečný kotevní úvazek** je tvořen zapleteným lanem a používá se jako spojovací článek mezi koncovkou nosného lana a napínacím kladkostrojem.

**Nosné lano** slouží k pojezdu lanovkového vozíku a udržuje náklad nad terénem.

**Oběžné lano** je uváděno do pohybu lanáčem a slouží k pohybu oběžného lana, nebo u LDZ s pevným lanem k pohybu lanovkového vozíku s nákladem i bez něj.

**Odtahování od nosného lana** (odkulování) se používá, když není možné dříví skládkovat pod nosným lanem LDZ, nebo to neumožňuje počet dřevin a sortimentů. Pak se přibližně odtahuje

traktorem (odkuluje ručně) na skládky mimo nosné lano. Nevýhodou je nutnost zařazení dalšího prostředku (traktoru), ale při výhodě, že při nakládání dříví na odvozní prostředky není nutné zastavit provoz LDZ. S výhodou se používá ve stromové metodě, kdy se stromy v průběhu odtahování odvětví (procesorem, protahovacím odvětvovacím strojem).



Obr. 16.25. Odkulování od nosného lana



Obr. 16.26. Odtahování od nosného lana traktorem

**Podpěrný strom** je strom, na který je umístěna podpěrná botka včetně lan k jejímu upevnění.

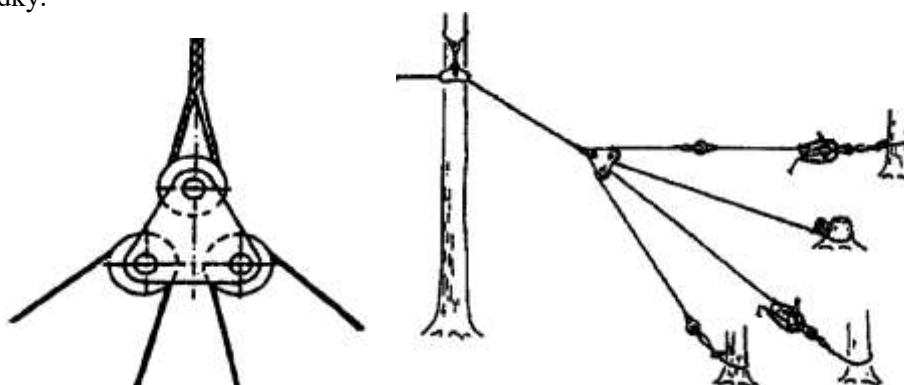
**Pohonný agregát** zahrnuje energetický zdroj a zařízení pro přenos hnacích a brzdících sil na pracovní lana.

**Pomocné lano** plní v systému pomocné funkce, např. aktivně uvolňuje konec tažného lana, nebo u oběžných systémů zkracuje či prodlužuje smyčku oběžného lana.

**Průhyb lana** je velikost úsečky (v m) vedené ve svislém směru tak, že krajními body úsečky jsou libovolný bod tětiny pole a průsečík s nosným lanem, které je v tomto bodě zatíženo břemenem. Maximální průhyb lana nastává, je-li břemeno uprostřed pole. Velikost průhybu lana se ověřuje výpočtem nebo graficky.

**Průvės lana** je velikost úsečky (v m) vedené ve svislém směru tak, že krajními body úsečky jsou libovolný bod tětiny pole a průsečík s lanem, zatíženým pouze vlastní hmotností. Maximální průvės je uprostřed pole.

**Roznašeč kotevních sil** je jednoduché zařízení sestávající ze tří kladek, umožňující rozložení osově síly v lanu na čtyři (dva) kotevní body. Při použití roznašeče jen na dva body se protáhne jedno lano přes obě kladky.



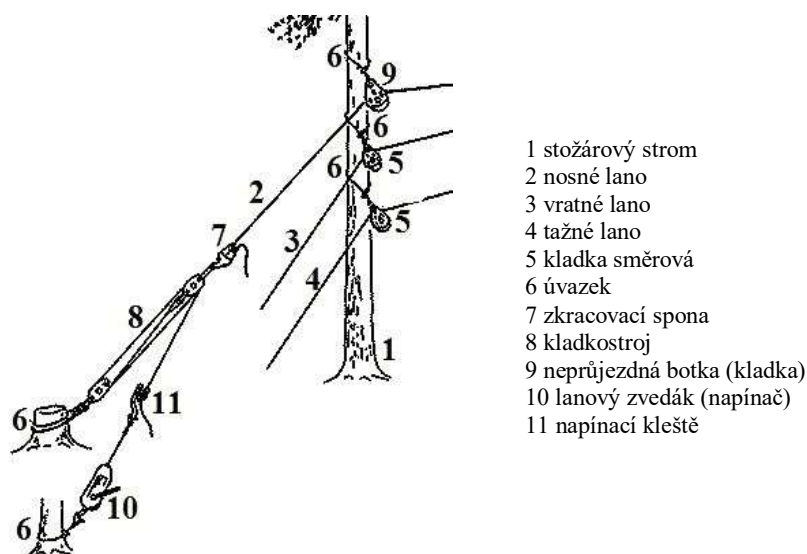
Obr. 16.27. Roznašeč kotevních sil a jeho použití

**Řadič lana** je zařízení k pravidelnému ukládání navinovaného lana na celou šířku bubnu navijáku. Funkci řadiče může nahradit i směrová kladka, předřazená od bubnu ve vzdálenosti minimálně 30x větší než je šířka bubnu.

**Stožárový strom** je strom s poslední, neprůjezdnou botkou, jejíž umístění určuje rozdíl mezi účinnou délkou trasy a montážní délkou trasy. Zavěšují se na něj i směrové kladky okruhu tažného a vratného lana.

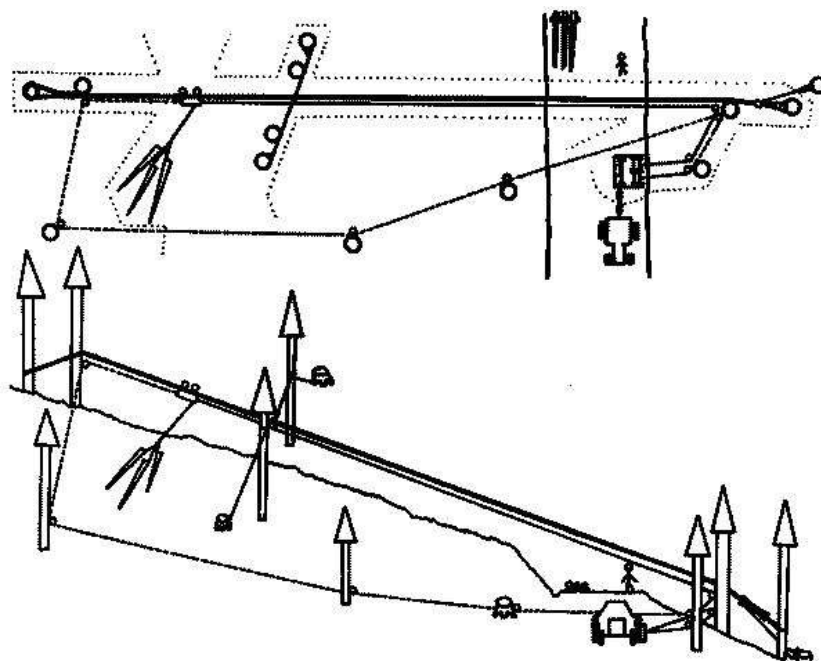


**Stromy pro vedení okruhu pracovních lan** jsou stromy, na které zavěšujeme směrové kladky okruhu tažného a vratného lana.



- 1 stožárový strom
- 2 nosné lano
- 3 vratné lano
- 4 tažné lano
- 5 kladka směrová
- 6 úvazek
- 7 zkracovací spona
- 8 kladkostroj
- 9 neprůjezdna botka (kladka)
- 10 lanový zvedák (napínač)
- 11 napínací kleště

Obr. 16.28. Stožárový strom s neprůjezdnou botkou



Těžební metoda kmenová, doprava dříví po svahu, odtahování dříví od nosného lana.  
Znázorněna jsou lana, stromy pro vedení okruhů lan, podpěrné, stožárové a kotevní stromy.

Obr. 16.29. Půdorys a pohled na modelovou trasu univerzálního LDZ (lano nosné, tažné, vratné)

**Tažné lano** je určeno k vyklizování nákladu z pracovního pole k nosnému lanu a k pojezdu lanovkového vozíku s břemenem z místa sestavení nákladu k místu skládání.

**Trasa LDZ** je dopravní koridor o šířce 1,5-4 m, zpřístupňující porostní nitro.

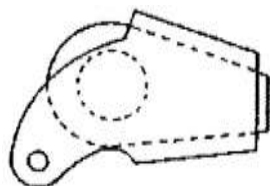
**Trasování** je soubor prací souvisejících s průzkumem terénu, zaměřením trasy LDZ, vypracováním podélného profilu trasy a zpětným přenesením údajů podélného profilu do terénu.

**Úhel lomu lana na botce** je úhel, jehož rameny jsou tečny lana v bezprostřední blízkosti před botkou a za ní. Úhel lomu lana na botce  $\gamma$  (úhel lomu tětv dvou sousedních polí) má být minimálně  $2^\circ$ , ideálně  $5-8^\circ$ , aby bylo nosné lano stále vtačováno do drážky na botce, a nemělo tendenci padat (viz obr. 16.4.). Maximální úhel lomu lana na botce může být teoreticky  $17^\circ$  - při výpočtu či grafickém vynášení, v provozu je při zatížení vozíkem a nákladem větší.

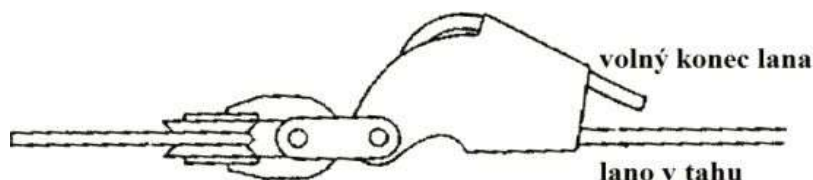
**Vratné lano** stabilizuje polohu lanovkového vozíku na nosném laně v průběhu vyklizování dříví a slouží k přepravě vozíku po složení nákladu zpět na těžební plochu.

**Zarážka** se používá především u jednoduchých LDZ pro dopravu proti svahu, u kterých slouží k vymezení rozsahu pojezdu lanovkového vozíku po nosném laně. Kotevní lano zarážky se kotví proti směru vyklizování, aby se stabilizovalo stranové vychylování nosného lana. Zarážka musí být provedena tak, aby volně klouzala po nosném laně a bylo ji možné přetahovat přes botky.

**Zkracovací spona**, obvykle řešená jako **klínová spona** se samosvornou funkcí, slouží při potřebě proměnlivé délky lan k jejich nedestruktivnímu zkracování, a bývá používána jako spojovací článek mezi lanem a napínacím zařízením. Spona není symetrická, proto musí být respektováno vedení tažné a volné části lana – jinak dojde k jeho deformaci!



Obr. 16.30. Zkracovací klínová spona



Obr. 16.31. Zkracovací klínová spona mezi lanem a napínacím zařízením

### 16.3. Systematika lanových dopravních zařízení

Pro rozhodování o provozním nasazení LDZ jsou důležité jejich technologické vlastnosti. Protože úzce závisí na konstrukčním řešení, je nezbytné LDZ zařadit do skupin, vypovídajících o konstrukčním řešení a praktické použitelnosti. Proto se v praxi používají tato třídící kritéria

#### Způsob zavěšení břemene

- **vlečení po zemi**, u LDZ bez nosného lana (T+V)
- **polozávěs**, při kterém je jeden konec kmene zdvižen k vozíku, a druhý se smýká po zemi (nosnost se dimenzuje na polovinu hmotnosti nákladu ( $Q/2$ ), protože polovinou hmotnosti se náklad opírá o terén)
- **plný závěs** - nosnost se dimenzuje na celou hmotnost nákladu ( $Q$ )
  - **plný závěs jednoduchý (vis)**, při kterém visí výřez (kmen) svisle na jednom úvazku
  - **plný závěs horizontální**, při němž je kmen zavěšen na dvou úvazcích rovnoběžně s nosným lanem, a proto tento způsob dopravy vyžaduje speciální lanovkové vozíky.

#### Počet lan

##### jednolanová zařízení

- drátěné a lanové smyky
- oběžné lanové systémy
- LDZ sestávající z nosného lana a lanovkového vozíku poháněného vlastním motorem

##### dvoulanová zařízení

- systém nosné a tažné lano (N+T)
- systém nosné a oběžné lano (N+O)
- systém tažné a vratné lano (T+V)
- systém tažné lano a vratné lano ve funkci lana nosného (T+V/N)

##### třílanová zařízení

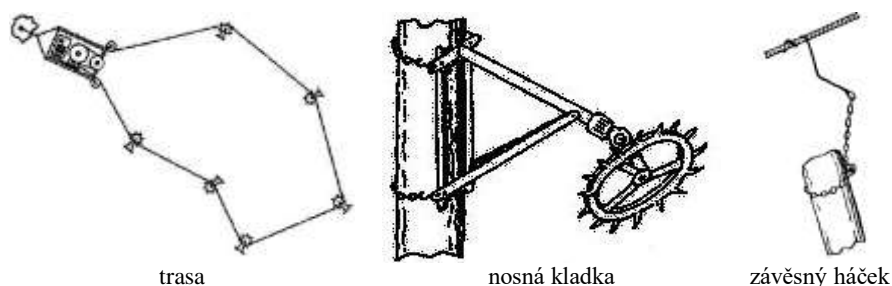
- systém nosné, tažné a vratné lano (N+T+V)
- systém nosné, oběžné a pomocné lano (pro zkracování a prodlužování smyčky oběžného lana), (N+O+P)

##### čtyřlanová zařízení

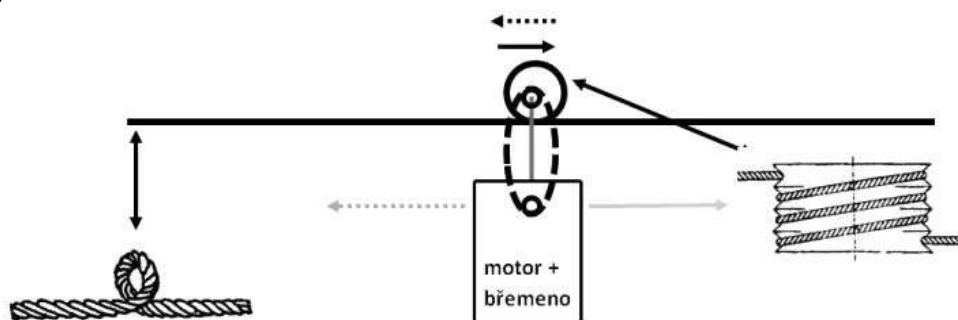
- systém nosné, tažné, vratné a pomocné lano (pro nucené vysouvání tažného lana z vozíku), (N+T+V+P)

**vícelanová zařízení**

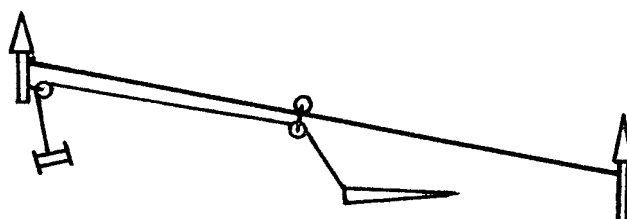
- Někteří výrobci deklarují svá LDZ jako vícelanová. To signalizuje, že mimo výše uvedených lan disponuje LDZ dalšími lany motoricky napínanými, např. různým počtem lan kotevních. Ta mají vliv jen na rychlost a komfort montáže a demontáže LDZ, a v žádném případě to nejsou funkční lana při soustředování dříví.

**Obr. 16.32. Oběžný jednolanový systém Lasso-Cable**

Dnes už historické (byť ještě příležitostně používané – např. na Slovensku) jednolanové oběžné systémy Lasso-Cable byly určeny jen pro dopravu rovného dříví (1 m), jejich trasa musela být vedena nízko nad zemí (vyžadovaly velký počet nosných kladek), protože se polena zavěšovala na pohybující se lano ručně, a stejně tak za pohybu se snímala na skládce. Polena na úvazcích se zavěšovala na lano pomocí zavěšovacích háčků se spirálovou koncovkou (tzv. prasečích ocásků), jimiž při odlehčení (zavěšování a snímání) lano probíhalo, a při působení hmotnosti polena (při zavěšení) se na laně sevřely, a poleno tak bylo oběžným lanem unášeno. Nosné a současně směrové kladky na lomech trasy byly prstové, aby přes ně mohly spirálové koncovky zavěšovacích háčků procházet.

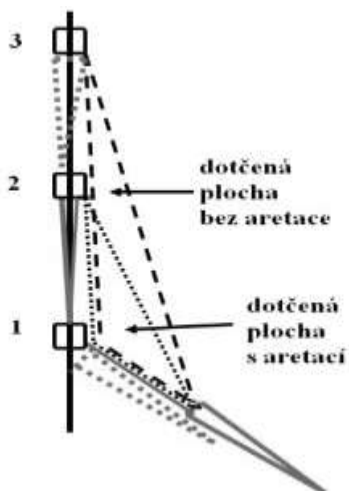
**Obr. 16.33. Jednolanový systém s nosným lanem a lanovým vozíkem poháněným vlastním motorem**

U **jednolanového LDZ** s motorickým pojezdem vozíku spočívá princip pojezdu v tom, že na obou koncích ukotvené, volně napnuté nosné lano je opásáno okolo motoricky poháněné kladky (lanáče), která se (společně s motorem a břemenem) změnou směru otáčení „posouvá“ v obou směrech po nosném laně. Pro dopravu dříví se tyto systémy používají jen v předmýtních těžbách, a to výjimečně, častější jsou pro dopravu sazenic v horských lokalitách, a nejčastěji se používají pro zásobování horských chat a usedlostí.

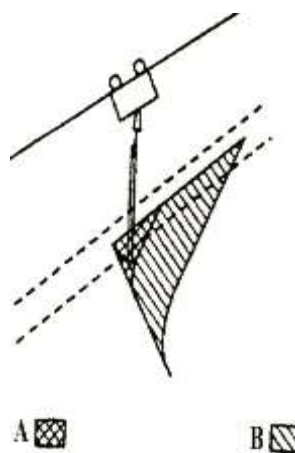
**Obr. 16.34. Lanové dopravní zařízení N+T (nosné + tažné)**

Doprava dříví v **systému nosné a tažné lano (N+T)** je možná jen proti svahu, protože zajištění vozíku do těžební plochy dolů po svahu je umožněno jen gravitací. Aby byl návrat vozíku do těžební plochy přiměřeně rychlý (vozík vytahuje gravitací i tažné lano z bubny) musí být sklon trasy 15 % a více. Na stavbu a provoz je to nejjednodušší lanový systém – ovládá se jen jeden naviják. Obsluhu může zjednodušit použití padací kladky a pohyblivé zarážky (viz obr. 16.8.). Na konci trasy narazí

vozik na zarážku, a padací kladka stáhne tažné lano k zemi. Sestavování nákladu s padací kladkou je ale namáhavé, proto se používají různé triky, jak dostat tažné lano na zem i bez jejího použití. Aby náklad při dopravě „neskákal“, může se použít „hruška“, držící náklad ve stejné výšce po jeho zvednutí k nosnému lanu. Na skládce najede vozík na zarážku, tím se hruška uvolní, a náklad spadne na zem. Pro selektivní těžby musí být vozík aretovatelný v jakékoliv vzdálenosti, aby se neměnil úhel vyklizování!



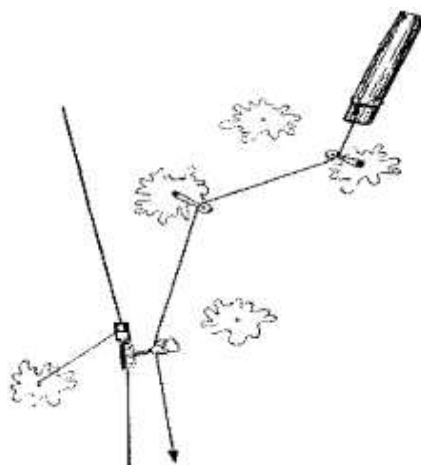
Je-li vozík aretovatelný, lze jej zajistit v poloze 1, vyklidit dříví pod nosné lano, a po odbrzdění přesout vozík s nákladem do pozice 2, kde bude náklad v ose nosného lana. Dotčenou plochou bude spodní trojúhelník. Nelze-li vozík aretovat, směr vyklizování se plynule mění, a dotčená plocha se rovná hornímu trojúhelníku.



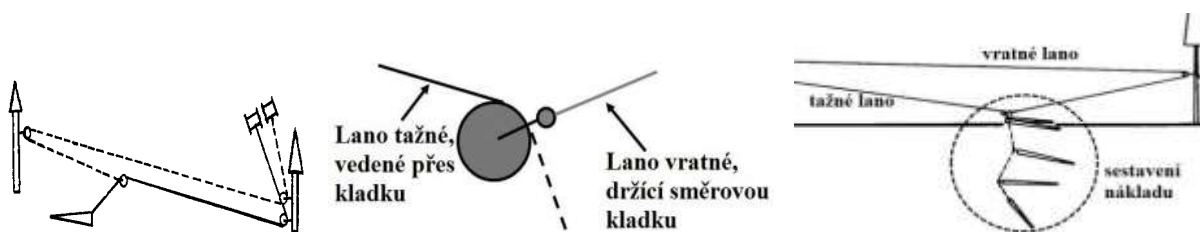
Při vyšším vedení nosného lana je plocha dotčená vyklizováním dříví do směru nosného lana menší (A), než při nižším vedení lana (B)

Obr. 16.35. Plocha dotčená vyklizováním dříví v selektivní těžbě

Použití směrových kladek pro vyklizování dříví pod nosné lano v selektivních těžbách je zcela výjimečný postup, protože je velmi pracný a namáhavý.



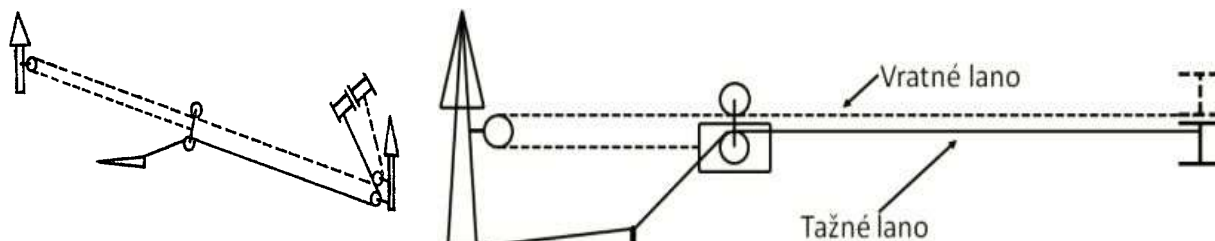
Obr. 16.36. Vyklizování pod nosné lano s použitím směrových kladek



Obr. 16.37. Lanové dopravní zařízení T+V (tažné + vratné), detail kladky a sestavení nákladu

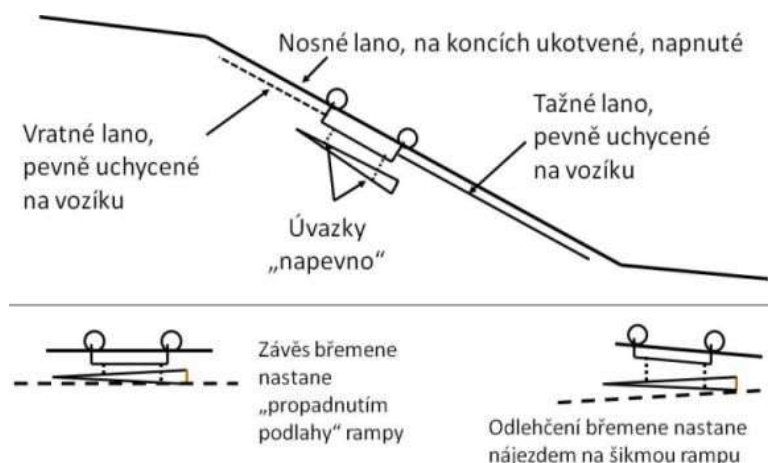
V nejjednodušším případě systému tažné a vratné lano (T+V) mohou být konce obou lan spojeny napevno spojkou, tzv. „céčkem“, do kterého se pak zaklesnou i úvazky. Vyklizování dříví z boku trasy je tím ale velice omezené. Obvyklejší je znázorněné řešení, kdy koncovou (směrovou) kladkou vratného lana prochází tažné lano, umožňující vyklizování dříví z boku trasy. V obou případech není

možné dříví zvednout nad úroveň terénu, a je vlečeno po povrchu půdy. Vytahování konce tažného lana je namáhavé, a obsluha musí při navíjení na jeden buben odbrzdit druhý buben.



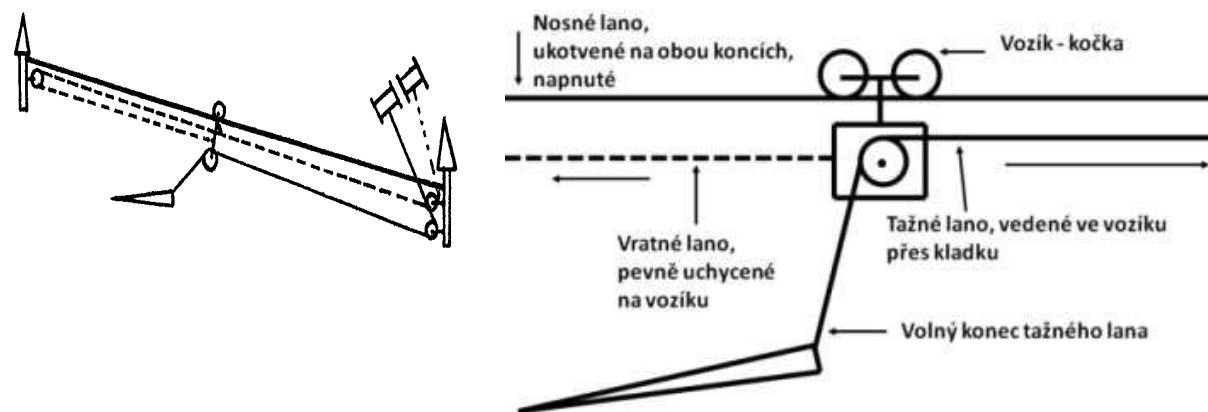
Obr. 16.38. Lanové dopravní zařízení T+V/N (tažné + vratné lano ve funkci nosného)

Vratné lano je na konci trasy vedeno přes kladku, a jeho větví mezi navijákem a koncem trasy je nesen lanovkový vozík. Vratné lano tak plní funkci lana nosného, při zachování funkce lana vratného, tj. vracení vozíku do těžební plochy. Funkčnost systému není ovlivněna sklonem terénu. Tento systém je nabízen hlavně u lanových systémů adaptovaných z dvoububnového traktorového navijáku. Stavba trasy je jednoduchá, ale obsluha je obtížná, protože je namáhavé vytahování konce tažného lana a náročné je odbrzdování vratného lana. Při navíjení tažného lana je nutné buben vratného lana odbrzdit, ale aby se buben neroztočil a lano „nenačechralo“ na bubnu (příštím utážením by vznikla nerozebíratelná masa) musí být buben „pocitem“ přibrzdován. Je proto nemožné udržet náklad trvale nad zemí (náklad skáče nahoru a dolů) a dochází k „přehazování“ lan přes sebe. Obsluhami lanovek není tento systém oblíben.



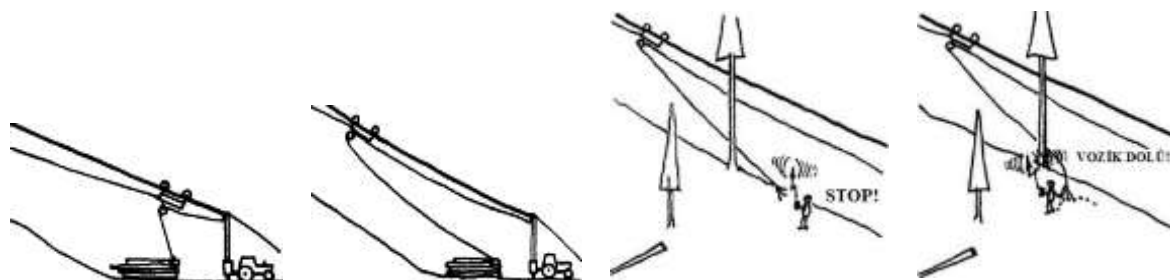
Obr. 16.39. Vývozní lanovka Valtelina, systém s lanem nosným, tažným, vratným

Vývozní lanovky (v 50. letech minulého století v ČR typ Valtelina) mají hlavní funkci přepravní, a proto byly používány v oblastech s nedostatečnou dopravní sítí, a pro dopravu dříví přes vodní toky. **Nevyklízejí dříví z porostu a nezdvíhají jej k nosnému lanu.** Proto musí mít nakládací a vykládací rampy.

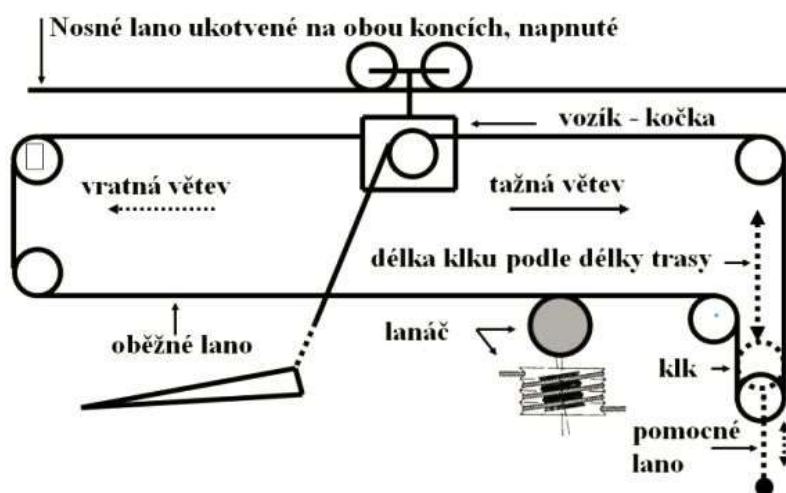


Obr. 16.40. Lanové dopravní zařízení N+T+V (nosné + tažné + vratné)

**Lanové systémy s lanem nosným, tažným a vratným (N+T+V)** jsou **univerzální**, protože jsou schopny provozu proti kopci, s kopce i po rovině. Pohyb vozíku po nosném laně je zajišťován tažným a vratným lanem, přičemž jeden buben navíjí a druhý je odbrzděn, ale přibrzdován. Nosné lano je ukotvené na obou koncích a napnuté, konec vratného lana je pevně uchycen na vozíku. Získávání konce tažného lana je obtížné. Lanovkářským trikem je upevnění konce tažného lana na skládku, a vytahování vozíku do porostu s odbrzděným tažným lanem, čímž se vytvoří dlouhá smyčka tažného lana. V okamžiku, kdy vozík mine vazače, ten signalizuje stop navíjení vratného lana, a operátor odepne tažné lano od skládky. Potom začne navíjet tažné lano, které dojde po zemi až k vazači. Na jeho pokyn operátor zastaví navíjení tažného lana, a uvolněním lana vratného spustí vozík na úroveň vazače. Ten tím získá dostatečně dlouhý volný konec tažného lana pro sestavení nákladu.



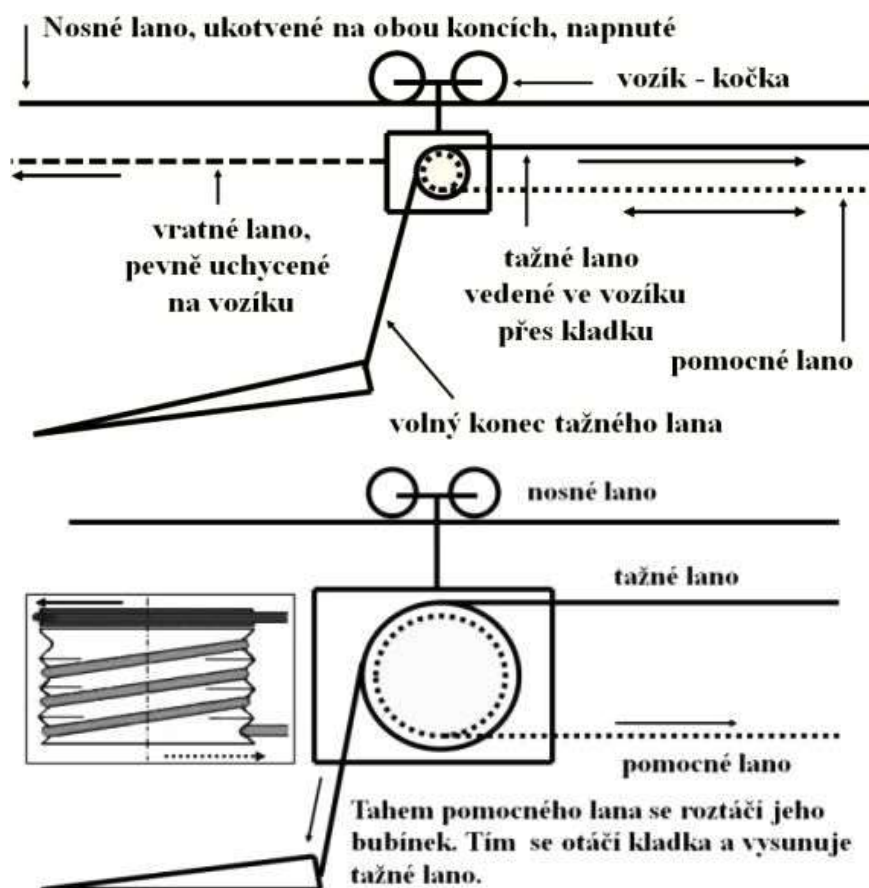
Obr. 16.41. Získávání volného konce lana



Obr. 16.42. Třílanový systém N+O+P (nosné + oběžné + pomocné)

U systému s nosným, oběžným a pomocným lanem je nosné lano ukotvené na obou koncích a napnuté. Po něm pojíždí vozík, který má na jednom konci pevně uchycený konec oběžného lana, a druhý konec oběžného lana prochází přes kladku vozíku – ve funkci volného konce tažného lana. Pohyb vozíku je odvozen od směru otáčení lanáče. Aby bylo možné vytáhnout konec volný konce oběžného lana, musí být smyčka oběžného lana zkrácena prostřednictvím měnitelné délky klku. Pomocné lano se přitom prodlouží o polovinu vytahovaného volného lana. Vyklizení nákladu pod nosné lano pak proběhne prodloužením délky klku – tj. vtažením uvolněné části oběžného lana zpět. Doprava na skládku poté probíhá otáčením lanáče. Koordinace veškerého prodlužování a zkracování lan je prostřednictvím počítačové jednotky. Při její poruše je provoz systému nemožný. Výhodou lanových systémů s oběžným lanem je jednoduchost obsluhy, nevýhodou je složitější stavba (klk). Směr jízdy vozíku se ovládá změnou smyslu otáčení lanáče, a žádné dobrzdování bubnů neexistuje.





Obr. 16.43. Čtyřlanový systém N+T+V+P (nosné + tažné + vratné + pomocné)

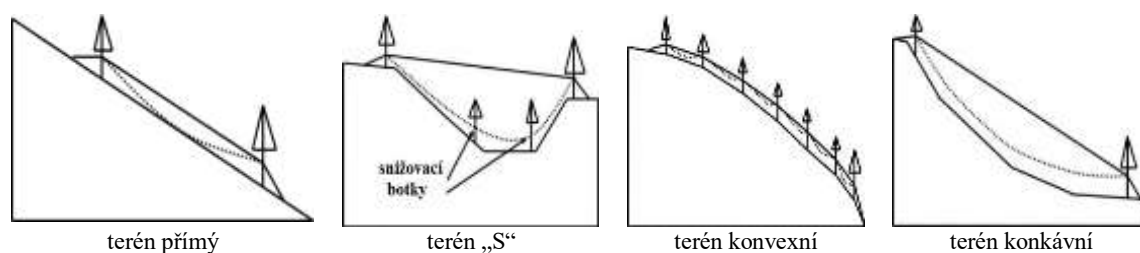
Čtyřlanový systém s nosným, tažným, vratným a pomocným lanem funguje obdobně jako systém N+T+V. Nosné lano je ukotvené na obou koncích a napnuté. Po něm pojíždí vozík, který má na jednom konci pevně uchycený konec vratného lana. Tažné lano je vedené ve vozíku přes kladku, na jejíž ose je i bubínek s pomocným lanem. Navíjením pomocného lana se bubínek roztáčí, unáší kladku tažného lana, a ta vysunuje (vypuzuje) volný konec tažného lana. V lanovkářském slangu se tomu říká nucené uvolňování tažného lana (též „vyplivování“). Práce s tímto systémem je rychlejší než s N+T+V.

### Délka trasy

Rozpětí délky trasy ve skupinách je možné považovat za orientační, protože názory na hranice mezi jednotlivými skupinami se různí:

- **adaptační (krátké traktorové) lanové systémy** s délkou trasy do 150 m (výjimečně delší)
- **krátkotraťová LDZ** s délkou trasy do 300 m (500 m)
- **středotraťová LDZ** s délkou trasy 300-700 m (800 m)
- **dlouhokraťová LDZ** s délkou trasy nad 700 m (800 m).

Na délku trasy a počet polí má vliv **tvaru terénu**, který může být **přímý**, tj. s relativně rovnoměrným sklonem, kde je počet polí dán především průvěsem a průhybem nosného lana; **terén „S“**, umožňující za určitých okolností kotvení v protisvahu, ale mohou být potřebné snižovací botky; terén **konvexní**, ve kterém může být počet botek dán počtem terénních lomů; a terén **konkávní**, umožňující též kotvení v protisvahu, ale rovněž mohou být potřebné snižovací botky, aby nedošlo k přetížení trasy visem nákladu místo polozávěsu. U mírné konkávnosti je počet botek dán především průvěsem a průhybem nosného lana.

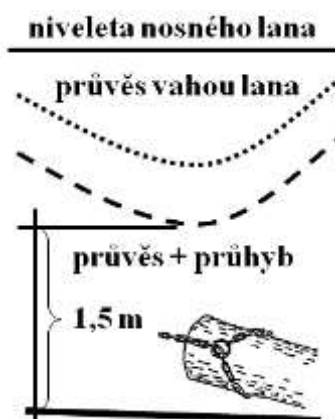


Obr. 16.44. Tvary terénu

**Výška nosného lana** nad terénem (udržovaná botkami) nesmí být tak vysoko, aby nebylo nahrazeno vlečení nákladu v polozávěsu visem. Tím by došlo k překročení nosnosti LDZ. Na druhé straně ale nesmí být vedeno nosné lano tak nízko, aby se dotýkalo povrchu terénu. Minimální výška botky je dána vztahem

$$\text{výška botky} = \text{průvės} + \text{průhyb} + 1,5 \text{ m}$$

**Průvės** nosného lana vlastní vahou je předmětem výpočtu při projektu LDZ, stejně jako výpočet **průhybu** nosného lana pod zatížením kočkou a nákladem. Paušální hodnotou 1,5 m se připočítává bezpečnostní výška daná délkou úvazku, tloušťkou čela dopravovaného výřezu a bezpečnostní rezervou.



Obr. 16.45. Pravidlo pro minimální výšku botky (nosného lana)

### Nosnost

Rozpětí nosností ve skupinách je rovněž orientační, protože i u rozpětí nosnosti LDZ panuje nejednotnost.

- **lehkotonážní** do 1 500 kg (do 1 000 kg)
- **střednětonážní** do 3 000 kg (do 2 000 kg)
- **těžkotonážní** nad 2 000 kg, do 5 000 kg

### Způsob pohybu lan (vozíku)

- **oběžné lanové systémy**, u kterých se uvádí do pohybu oběžné lano otáčením **lanáče**, přičemž se směr pohybu oběžného lana mění směrem otáčení lanáče. Protože je poloměr navinutí lana na bubnu konstantní, je při stejných otáčkách lanáče rychlost lana konstantní. Z hlediska obsluhy je to nejjednodušší systém, u kterého se pouze mění smysl otáčení lanáče.
- **kyvadlové lanové systémy** (taktová doprava), u kterých je pohyb lan (vozíku) výslednicí navíjení jednoho lana na bubnu, se současným odvíjením druhého lana z bubny druhého. Funkce vratného lan může být u LDZ pro dopravu dříví proti kopci nahrazena gravitací, vracející vozík do těžební plochy. Vzhledem k tomu, že poloměr navinutí lana na bubnu navijáku je proměnlivý, mění se v průběhu navíjení rychlost lana. U jednoduchých vozíků se rozdílnost obvodové rychlosti navíjených a odvíjených lan řeší ručním dobrzdňováním jednoho z bubnů. Operátor proto musí mít výhled na celou trasu a dobrzdňovat pocitem. To vyvolává rázy v laně a jeho vyšší opotřebení, i nerovnoměrný pohyb nákladu, a jeho "skákání" u nejjednodušších vozíků bez aretace výšky nákladu. Technickým

řešením u dokonalejších a dražších LDZ je rekuperace - systém interlock, která s použitím různých principů (lanáče, diferenciály, hydraulika) vyrovnává rozdílné rychlosti lan bez zásahu operátora

- **lanová dopravní zařízení s motoricky poháněným vozíkem**, u kterých se vozík pohybuje po nosném laně pomocí smyčky na volném nosném laně, a kladek uváděných do pohybu motorem. Tato LDZ se staví jako jednopolová (s účinnou délkou trasy vymezenou zarážkami na nosném laně), mají omezenou užitečnou hmotnost, a proto se používají pro dopravu sazenic v nepřístupném terénu a výjimečně v předmýtních těžbách.

### Druh zařízení pohánějícího lana

- **naviják** koresponduje s kyvadlovým lanovým systémem
- **lanáč** koresponduje s oběžným lanovým systémem

### Smysl dopravy

- **po svahu** drátěné a lanové smyky využívající gravitace
- **proti svahu** jednoduchá dvoulanová LDZ systému N+T (nosné + tažné lano), T+V (tažné + vratné lano) a jednolanová LDZ s motorickým pojezdem vozíku
- **univerzální** pro dopravu po i proti svahu, a v rovinách v neúnosných terénech, kdy nelze vracet vozík gravitací, systém T+V, třílanové systémy, čtyřlanové systémy, oběžné systémy

### Způsob napínání nosného lana

- **s pevně kotvenými konci** nosného lana, kdy se nosné lano na jednom konci ukotví napevno, a na druhém konci se manuálně napne pomocí kladkostroje, a rovněž ukotví.
- **s motoricky napínaným nosným lanem (živé lano)**, kdy je jeden konec lana ukotven napevno, ale druhý zůstává na navijáku. Motorické napínání lana urychluje napínání nosného lana až o 1/3, umožňuje korekci napnutí lana během provozu i rychlé spuštění lana na zem (pro opravu vozíku, nebo v havarijní situaci) a opětovné napnutí. Některá LDZ jsou vybavena frikčním, hydraulickým či elektropneumatickým jištěním dovoleného zatížení nosného lana, což vylučuje jeho náhodné přetížení, a některé typy mají na dálkovém ovládní havarijní tlačítko, jehož stiskem se odbrzdí napínací buben a lano se řízeně povolí. Napínání nosného lana je vždy na stejnou hodnotu vypočítanou konstruktérem. Navijáky pro motorické napínání mají dvě sekce. Na zásobní sekci je navinuta celá délka lana, a do napínací sekce se výřezem v její bočnici přesune jen část délky lana, nutná na vypnutí. V této sekci se lano navíjí jen v jedné vrstvě! Pokud na vypnutí lana nepostačí délka lana na napínací sekci, musí se částečně napnuté lano zajistit kleštěmi, lano z napínací sekce se převine do zásobní sekce a postup se opakuje. Napínání musí být jen na jádru bubnu, aby nedošlo k deformaci lana.



napínání nosného lana ručním navijákem

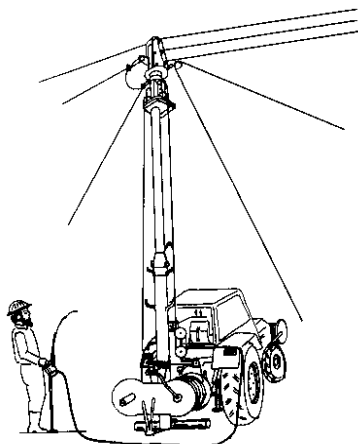


motorické napínání lana

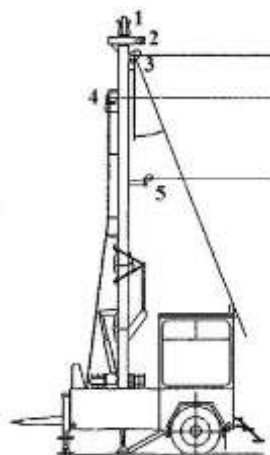
**Obr. 16.45b Napínání nosného lana**

## Vybavení stožárem

- **stožárové systémy**, u kterých je pohonná stanice vybavena sklopným, zlamovacím či výsuvným stožárem, a disponuje tak první podpěrou nezávislou na okolním porostu, což usnadňuje a urychluje stavbu trasy. Kladky zabudované na věži jsou využívány jako řadící pro navíjení na bubny (bez řadiče lana). Další kladky na věži jsou pro kotvení. Výška věže by měla umožnit průjezd odvozní soupravy pod lany při umístění LDZ na odvozním místě.
- **systémy bez stožáru**, vyžadující stožárový strom, u kterých je někdy obtížné najít umístění pohonné stanice tak, aby byla v blízkosti vhodného stožárového stromu.



Obr. 16.46. Věžové LDZ na 3bodovém závěsu hydrauliky traktoru



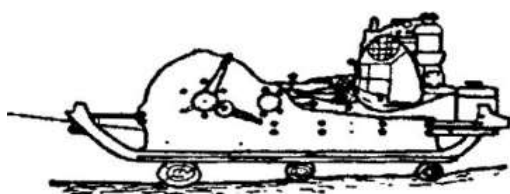
- 1 kladka nosného lana
- 2 kladka kotevního lana
- 3 kladka tažného lana
- 4 kladka vratného lana
- 5 kladka montážního lana

Obr. 16.47. Věžové LDZ na jednoosém podvozku

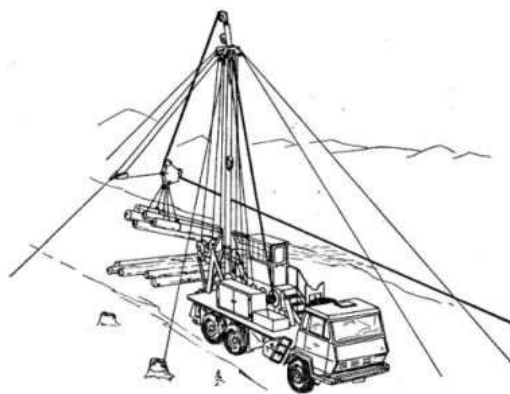
## Typ podvozku

Typ podvozku ovlivňuje možnost postavení pohonné stanice lanovky. LDZ na automobilním podvozku nemůže stát nikde jinde, než na zpevněném odvozním místě; LDZ nesená traktorem mohou stát na přibližovacích linkách – případně i v terénu; a nejvyšší terénní dostupnost mají LDZ na saňovém podvozku, který lze vytáhnout vlastními lany i do velmi nepřístupného terénu (Wyssen).

- LDZ nesená **na tříbodovém závěsu hydrauliky traktoru**
- LDZ **na samostatném podvozku** (jednoosém, dvouosém) taženém traktorem
- LDZ **nesená traktorem**
- LDZ **na vyvážeci**
- LDZ **na saňovém podvozku**
- LDZ **samohybná**
- LDZ **na automobilním podvozku**
- LDZ **na plošinovém kontejneru**



Obr. 16.48. LDZ na saňovém podvozku



Obr. 16.49. LDZ na automobilním podvozku

## Způsob pohonu hnacího agregátu

LDZ mohou být

- poháněna **vlastním motorem**
- poháněna **kloubovým hřídelem (kardanem)** od traktoru
- poháněna **motorem základového stroje** (traktoru, auta).

### 16.4. Hlavní části lanových dopravních zařízení

Výjimečně je předmětem dodávky jen pohonná stanice, protože funkční celek LDZ je tvořen **pohonnou stanicí**, resp. **hnacím agregátem** (saňový naviják s motorem, naviják poháněný kardanem od traktoru), **lany** (nosná, tažná, vratná, oběžná, montážní, pomocná), **podpěrami** (přirozené, poloumělé, umělé), **lanovkovým vozíkem**, **příslušenstvím** a **pomocným zařízením** (např. držáky lanových bubnů na přídi UKT pro převážení nosného lana, přepravní vozíky a lesanky). Kompletní vybavení se převážá na přepravních vozících.

Příslušenstvím LDZ jsou **botky** (podpěrné - zvyšovací, snižovací; průjezdné a neprůjezdné - koncové), **kladky** (pevné, otvírací), **zarážky**, **kotevní úvazky**, **roznašeče kotevních sil**, **napínací zařízení** (kladkostroje, lanové zvedáky), **ochranné límce**, **nekonečné textilní úvazky**, **žebříky**, **stupačkové soupravy**, **zkracovací spony**, **signalizační zařízení** (občanské radiostanice), **rychlospony** a **pomocné nářadí**. Při výstupu na stromy se používají stupačkové soupravy, a pro jistění osob se používají jednoduchá textilní lana ze syntetických vláken, s tloušťkou 10-16 mm. Častěji než lana dynamická se používají statická lana s průtažností 3-5 %. Tlumič pádu musí být použit v každém případě a energie se musí při pádu rozložit tak, aby nedošlo k přetížení kterékoliv části jisticího řetězu.

**Navijáky** se liší podle

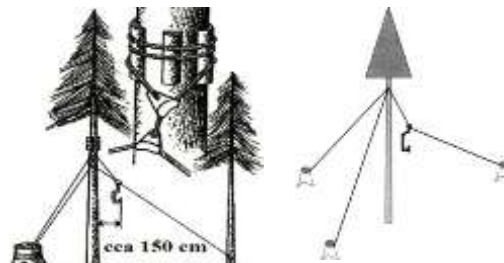
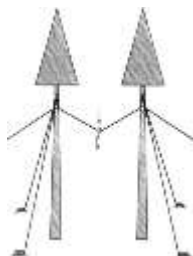
- počtu bubnů
- způsobu pohonu (mechanicky, hydraulicky)
- brzd bubnů navijáků (pásové, kotoučové)
- způsobu vyvozování brzdící síly (mechanické, vzduchové a hydraulické).

**Lanáče** se člení podle způsobu pohonu (mechanicky, hydraulicky).

**Lana** jsou podle funkce

- **nosná**, nesou lanovkový vozík s nákladem
- **tažná**, táhnou vozík s nákladem po nosném laně, u systémů bez nosného lana táhnou náklad
- **vratná**, vrací po nosném laně prázdný vozík do těžební plochy, u systémů bez nosného lana vrací přes kladku do těžební plochy tažné lano
- **montážní**, všechna lana sloužící k postavení systému, tj. lana pro kotvení podpěr, pro napínání a kotvení nosného lana, pro zavěšování botek, pro zatahování lan do porostu při montáži
- **pomocná**, pro **vypuzování volného konce tažného (oběžného) lana z vozíku**
- **oběžná**, plní u LDZ s oběžným lanem úlohu tažného i vratného lana.

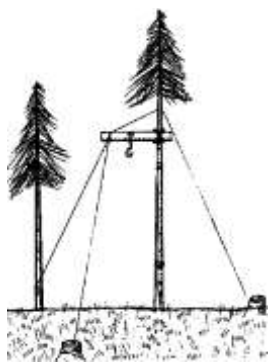
**Podpěry** drží nosné lano v požadované výšce nad terénem. První a poslední podpěra se nazývají **koncové**.



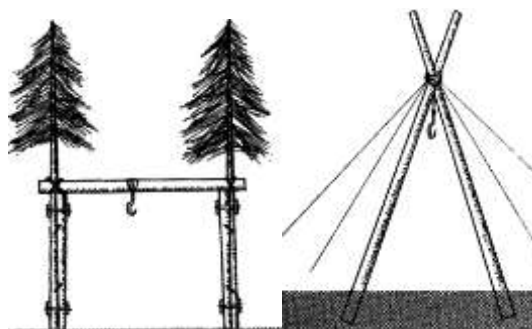
Obr. 16.50. Zavěšení botky na přirozené podpěře „M“ Obr. 16.51. Přirozená podpěra jednostranná

- **podpěry přirozené** jsou dostatečně dimenzované **podpěrné stromy** v těsné blízkosti trasy. Pokud nesou neprůjezdnou botku, jsou to **stromy stožárové**. Na podpěry se prostřednictvím lan zavěšují botky tak, aby lano s botkou tvořilo se stromy tvar písmene "M". Ideální úhel lomu lana na vrcholku "M" je 60-100 °.

- **podpěry poloumělé**, jsou takové, kdy se musí strom vyztužit; nebo je u trasy jen jeden strom a funkce druhého se nahrazuje uměle; nebo je nutné podpěrný strom vychýlit po předchozím naříznutí a kotvení (viz obr. 16.7.)
- **podpěry umělé**, které jsou pracné a nákladné, proto se používají jen v krajním případě.

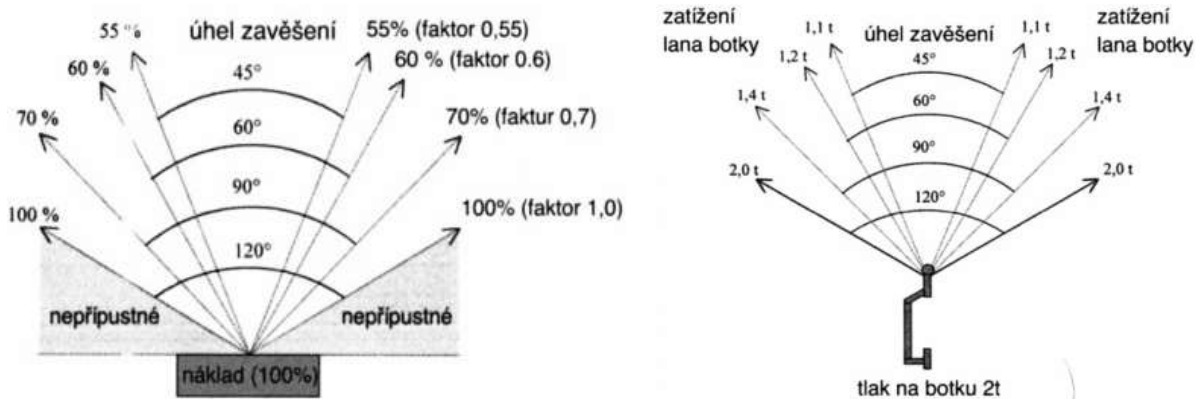


Obr. 16.52. Poloumělé podpěry



Obr. 16.53. Umělé podpěry

Výškové zavěšení háku, nebo kladky pro zavěšení botky se řídí pravidlem 2:1; tj. na dva metry vzdálenosti mezi botkovým stromem a osou nosného lana se závěsné lano botky umístí na strom 1 m nad nosné lano. Definitivní výška botky se pak upraví napínáním lana botky. Přitom je nutné respektovat schéma rozkladu sil od nosného lana na lano botky, aby nedošlo k jeho přetížení. Pokud by úhel lomu na botce dosáhl 90-100 °, je nutné botku převést do větší výšky. Při zavěšení na dva stromy to výrazně prodlouží montáž.

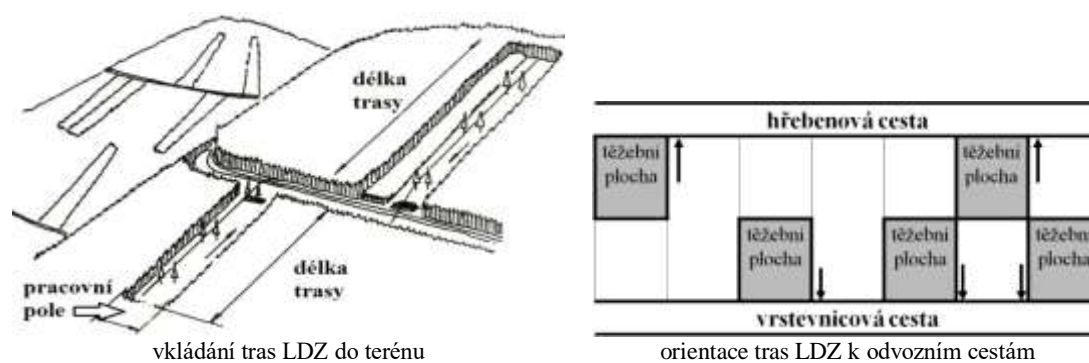


Obr. 16.54. Rozklad zatížení botky na lana botky

### 16.5. Technika práce při soustředování dříví LDZ

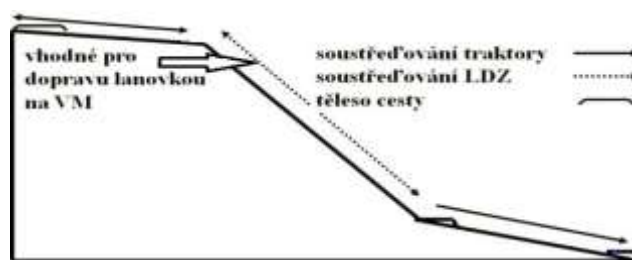
Soustředování dříví LDZ se uplatňuje především v mýtních těžbách na příkrých svazích s překážkami. Nedoceneně zůstává v rovinách na neúnosných půdách, a ve výchovných těžbách všeobecně. Zatímco pro soustředování dříví koňmi a traktory vyhovují údolní cesty, protože transport probíhá po svahu dolů, soustředování dříví LDZ je z řady důvodů vhodnější proti kopci, čemuž logicky odpovídají hřebenové a vrstevnicové cesty. Rozstup cest vyhovuje cca 800 m od sebe, protože prostor mezi nimi lze obsáhnout krátkotratovými a střednětratovými LDZ, při střídavém soustředování dříví proti svahu a po svahu, což univerzální LDZ umožňují. Pracovní pole se zpravidla vkládají střídavě proti sobě, jednou po svahu, podruhé proti svahu, a to s vynecháním jednoho pole, aby nedošlo k přiřazení holé sěče. Šířka pracovního pole je vhodná do 60 m (výjimečně 80 m). Délka trasy je podle typu LDZ. Rozdělení délky svahu na dvě pracovní pole je vhodné i z důvodu omezení rizika vodní eroze. Zmenší se sběrná oblast, a na kratším svahu nemusí povrchová voda dosáhnout unášecí rychlosti.





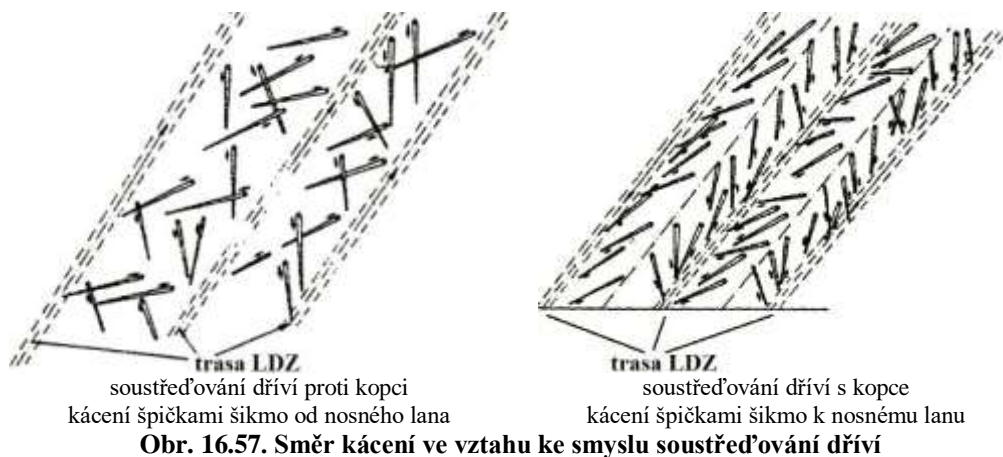
Obr. 16.55. Příklady tras LDZ

Protože je při soustředování dříví proti svahu transportované dříví stále pod kontrolou, nedochází k jeho samovolnému pohybu a "zabíhání" za stromy stojící vedle trasy, jak se tomu stává při dopravě po svahu, je vhodné mu dát přednost. To však vyžaduje změnu celého řešení dopravy. Zatímco při používání gravitačního spouštění dříví a animálního soustředování dříví byla řešena doprava výlučně jako gravitační s využíváním údolních cest, je pro antigravitační soustředování dříví LDZ vhodnější **používání svahových etážových cest**. V horských oblastech se svahy zpřístupňují nejvhodněji vedením svahové etážové cesty pod hřebenem svahu, kde příkrý svah spadající do údolí přechází v temeno s mírnějším sklonem, zvládnutelným traktorovými technologiemi soustředování dříví. Přechod na lanovkové technologie soustředování dříví tedy vyžaduje zásadní **změnu lesní dopravní sítě**. Soustředování dříví LDZ proti svahu je výhodné i z hlediska pořizovacích nákladů a jednodušší obsluhy, protože LDZ schopná pouze dopravy proti svahu mohou být jen dvoulanová (lano nosné a tažné). To se příznivě projevuje na jejich nižší pořizovací ceně a rychlosti montáže. I obsluha takových zařízení je podstatně jednodušší než u třílanových systémů (vyžadujících současně s navíjením tažného lano přibrzdování odbrzděného bubnu lana vratného). Soustředování dříví proti svahu je i **ekologicky šetrnější** než soustředování po svahu, protože při stejně velké dotčené ploše se rýhy vytvořené smýkáním konců nákladů po zemi rozbíhají do zásaku, zatímco při soustředování po svahu se sbíhají pod nosným lanem a vytvářejí tak předpoklady pro soustředěný povrchový odtok srážkové vody. Při trasování a výstavbě lesních cest by měly být využity všechny plošinky a místa s nižším spádem pro zřízení skládek a prostor pro pohonné stanice LDZ. Dodatečné zřizování takových prostor naruší těleso cesty a je nákladnější. Výhodné je trasovat cesty na přelomu "traktorového a lanovkového terénu" a využít tak náhorních rovin a údolních niv pro soustředování traktory, a jen prudká úbočí zpřístupňovat LDZ. Tato zásada (ekonomicky podmíněná) neplatí ve vodohospodářských oblastech a v neúnosných terénech.

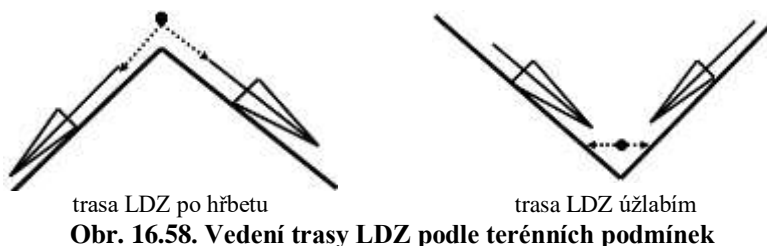


Obr. 16.56. Vkládání odvozních cest na lomy terénu a odpovídající technologie soustředování dříví

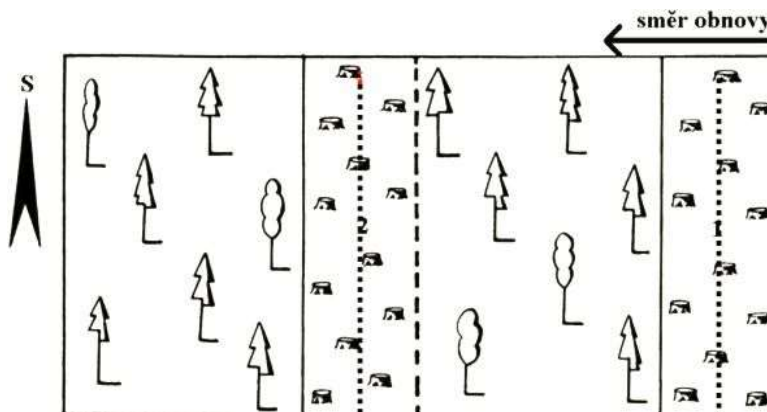
Smysl dopravy rozhoduje o **směru kácení**. V obou případech se sice z důvodu bezpečnosti práce kácí se svahu, ale při soustředování dříví proti kopci se kácí špičkami od nosného lana, aby k němu byly šikmo nasměrovány oddenky, zatímco při soustředování s kopce se kácí k nosnému lanu špičkami. Pokud se dříví soustřeďuje současně s těžbou, vzniká při tom nebezpečí zasáhnutí nosného lana špičkou stromu, protože občas i zkušený dřevorubec neodhadne výšku stromu.



V členitých terénech nelze vkládat trasy LDZ schematicky, ale je třeba se řídit reliéfem terénu. Je-li těžební zásah umístěn po obou stranách hřbetu, vedeme trasu po hřbetnici (abychom nemuseli tažné lano vynášet proti svahu). Je-li hřbetnice pro stavbu LDZ nevhodná (balvany, nízké stromy), nezbyvá než vést trasu úžlabím. Do něj stromy zpravidla po pokácení „sjedou“ samy, nebo se na krátkou vzdálenost gravitačně spustí, a není nutné vynášet tažné lano daleko proti svahu. Úžlabím lze také trasu vést, vyklizuje-li se dříví pod nosné lano koňmi.

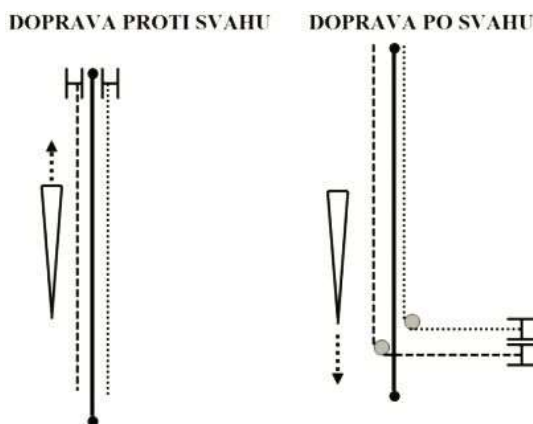


Vzhledem k tomu, že LDZ je liniovou stavbou, je z hlediska jejího efektivního využití nejvhodnějším tvarem pracoviště pruh o šířce pracovního pole 60-80 m), orientovaný podélně. Z lesnického hlediska je to tedy pruhová seč holá či clonná. Holoseč je pochopitelně nejméně náročná z technologického hlediska a umožňuje nejvyšší koncentraci dříví k těžbě na jednu trasu. Pro přijatelnou ekonomiku lanovkového soustředování dříví zatím platí poučka, že na 1 m délky nosného lana by měl připadat nejméně 1 m<sup>3</sup> těžby. Selektivní těžby vyžadují vozíky, které lze aretovat na kterémkoliv místě trasy, aby vyklizení kmene pod nosné lano probíhalo v ideálním směru, a po celou délku vyklizování pod stejným úhlem, případně aby bylo možné úhel vyklizování v průběhu pohybu dříví měnit. Vyklizování kolmo k nosnému lanu je nevhodné, protože přetěžuje nosné lano. U **pruhové seče** se obvykle rovná šířka pracovního pole šířce pruhu, a trasa LDZ se vede v podélné ose pruhu. U **klínové seče**, která se na svazích vyznačuje tím, že v okraji porostu jsou vykáceny klíny o základně 20 – 40 m a délce rovné jedné až dvěma základnám, s hrotem směřujícím po svahu dolů, je postup soustředování dříví lanovkou obdobný jako u seče pruhové – trasa LDZ je vedena v ose klínu.



Umístění těžebního zásahu lesním hospodářem (zařizovatelem) by mělo umožnit postavení trasy nejen v běžném, ale i v dalším decenniu. Znamená to ponechávat na okraji cest skupiny stromů, aby na ně bylo možné kotvit trasu v budoucích letech, nebo při těžbě v sousedním porostu. Zásadně by měly být obnovní zásahy umístěny tak, aby užší stranou přiléhaly k odvozní cestě či svážnici. Nevhodné je vedení zásahů rovnoběžně podél cest, protože vynucuje stavbu více tras. Nejčastější jsou zásahy po spádnicí, i když výjimečně lze LDZ přibližovat šikmo svahem nebo po vrstevnici, ale v takovém případě se ve větších příčných spádech vlečené dříví odvaluje do stran, lanovkový vozík při přeježdění botek (u vícepolových LDZ) zachycuje o botku, a stromy stojící na dolním okraji trasy musí být chráněny odrazníky. Trasa LDZ se v těchto případech nevede v polovině šířky pruhu, ale přibližně v její horní třetině, aby se pro větší část dříví zatahovalo tažné lano směrem dolů.

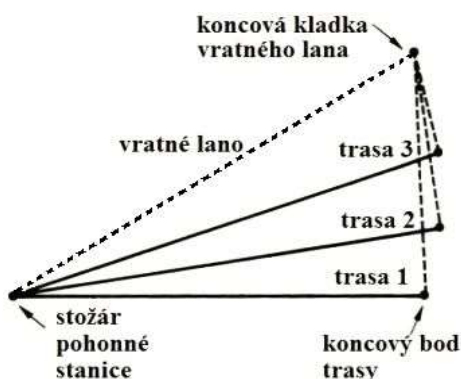
Pokud existuje volba, je přibližování **proti svahu** výhodnější, protože lze použít nejlevnější typy LDZ s nosným a tažným lanem, při stavbě trasy je o jedno lano méně a při navíjení tažného lana „není co dobrzd'ovat“, pohonná stanice může stát v ose nosného lana (výhodné u stožárových systémů), lana se při stavbě trasy zatahují s kopce dolů, vozík se vrací do porostu gravitací, při soustřed'ování dříví proti svahu je náklad trvale pod kontrolou. Při dopravě dříví **po svahu** se náklad obtížně udržuje v polozávěsu (padá), náklad se samovolně rozbíhá, jeho dobrzd'ování je obtížnější, náklad může "zaběhnout" za stojící stromy a poté se obtížně uvolňuje zpětným chodem, pohonná stanice nesmí stát v ose nosného lana (z důvodů bezpečnosti). Riziko samovolného pohybu dříví lze účinně snížit soustřed'ováním celých stromů!



Obr. 16.60. Umístění pohonné stanice LDZ podle smyslu dopravy dříví

U všech selektivních těžeb je třeba upozornit, že ne každý typ LDZ je pro ně vhodný! Aby nedocházelo k poškození stojících stromů dřívím vyklizovaným pod nosné lano, je nezbytné, aby se úhel vyklizování dříví neměnil od okamžiku započetí vyklizování, až po vyklizení pod nosné lano. To mohou zajistit jen ty LDZ, resp. takové lanovkové vozíky, které je možno po celou dobu vyklizování bezpečně fixovat v jediném bodu trasy. Dále je třeba upozornit, že úhel vyklizování pod nosné lano by neměl překročit  $45^\circ$ , protože při větším úhlu může dojít vlivem rozkladu sil působících v tažném lanu k překročení dovoleného namáhání nosného lana.

Každá přestavba trasy LDZ je pracná a namáhavá. Bohužel jen za určitých okolností (na kalamitních plochách) je možné ponechat vratnou větev a vějířovitě přenášet trasu. V extenzivních těžbách v zahraničí je tento postup obvyklý.



Obr. 16.61. Vějířovitá přestavba trasy

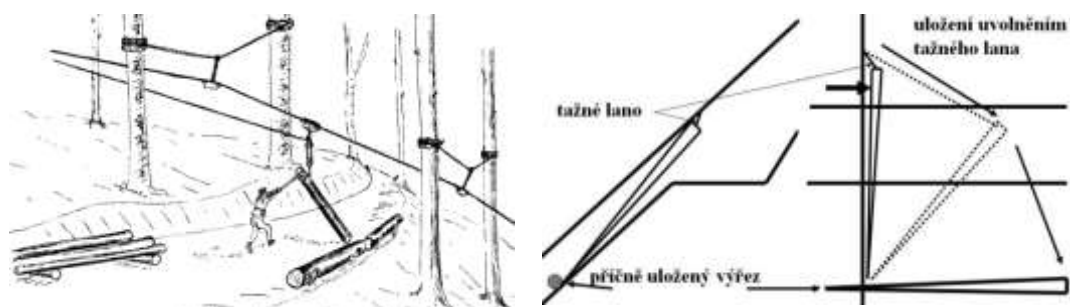
### Způsoby skládkování dříví u LDZ

- pod nosným lanem
  - bez otáčení nákladu
  - s otáčením nákladu do směru odvozu
- s odsunem (odtahováním) od nosného lana

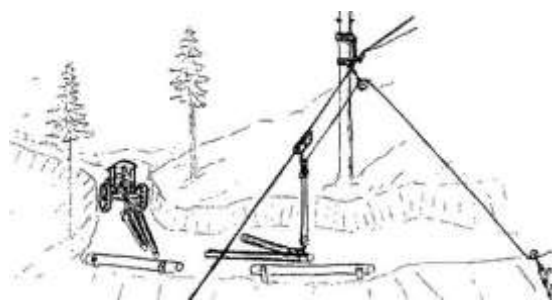
**Skládkování pod nosným lanem bez otáčení nákladu** je použitelné, když trasa LDZ rovnoběžně sleduje komunikaci (v točce), a prostor umožňuje skládkovat na jednu i více skládek za sebou. Nutný je průběžný odvoz, protože po dobu nakládání vozidla je LDZ mimo provoz. Druhá možnost je, když trasa LDZ přetíná komunikaci v dostatečné výšce, umožňující průjezd odvozního prostředku a práci s hydraulickým jeřábem. V tom případě se ukládá dříví pod cestou kolmo k ní tak, aby bylo čely v dosahu nakládacího prostředku. Na dolní hraně skládky musí být výřez uložený napříč, aby dříví neujíždělo se svahu. Pokud terén a výška lana umožňují skládkovat i nad cestou, použije se obdobný způsob, jen dříví je uloženo k cestě tenkými konci. **Skládkování pod nosným lanem s otáčením nákladu do směru odvozu** je použitelné, když trasa LDZ přetíná komunikaci, ale náklad je třeba otočit do směru rovnoběžného s ní. Pokud to terén umožňuje, skládkuje se pod cestou i nad ní. Pod komunikací musí být příčný výřez, zabraňující sklouznutí nákladu s kopce při zastavení navíjení. Jakmile tenký konec výřezu překoná příčný výřez, zastaví se navíjení, a tyčí (sapiinou) se přibližovaný výřez, který je v labilní poloze (o zem opřený tenkým koncem, a čelem zavěšený na tažném laně) navede do směru uložení, a poté se náklad odbrzdí. Aby se skládka nerozkutálela s kopce, musí být za stojícími stromy. Nutný je průběžný odvoz, protože po dobu nakládání vozidla je LDZ mimo provoz. **Skládkování s odsunem (odtahováním) od nosného lana** (viz obr. 16.64; 16.65.) se používá nejčastěji ve stromové metodě, kdy po odtažení stromu následuje odvětvení. Výkonnost soustředování je proti předcházejícím způsobům vyšší. Průběžný odvoz není nutný, protože k omezení provozu LDZ po dobu nakládání nedochází. Náklady na soustředování dříví se však zvyšují o náklady na prostředek provádějící odsun – hydraulický jeřáb či traktor.



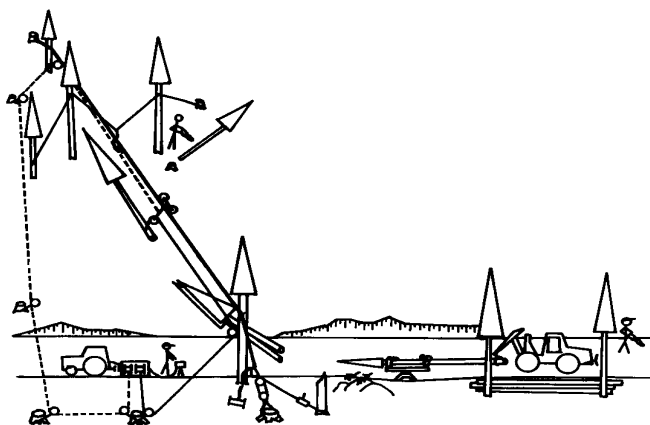
Obr. 16.62. Varianty skládkování pod nosným lanem



Obr. 16.63. Skládání s otáčením nákladu do směru odvozu



Obr. 16.64. Odtahování nákladu traktorem



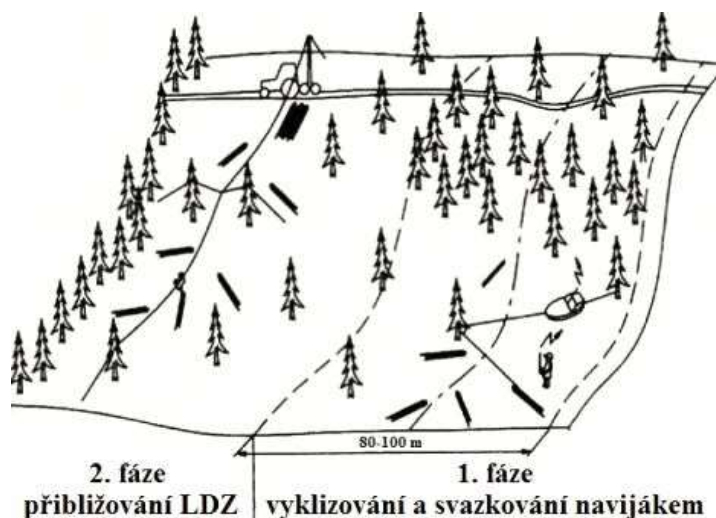
Univerzální LDZ  
lano nosné,  
tažné, vratné,  
stromová metoda  
s dopravou  
po svahu

Obr. 16.65. Odtahování stromů od nosného lana integrováno s odvětčováním protahovacím odvětčovacím strojem

Šířka trasy LDZ se v závislosti na použité těžební metodě a výšce vedení nosného lana pohybuje mezi 2 až 4 m. Čím výše je nosné lano zavěšeno, tím může být trasa užší, protože se zmenšuje plocha, na které probíhá vytáčení dříví pod nosné lano. Nejčastější je vedení trasy LDZ po spádnici, ale technicky možné je i šikmé vedení trasy. Při šikmém vedení trasy je však vhodnější dát přednost jednoplovému LDZ, protože přejíždění botek při šikmém vedení trasy může činit obtíž. Nejpoužívanější těžební metodou aplikovanou v lanovkových těžbách je zatím kmenová metoda, ve které se krátí jen ty kmeny, které by svou hmotností překročily nosnost LDZ. Použití stromové metody umožňuje uvolnit jednoho dřevorubce a přináší významné zvýšení bezpečnosti práce, protože odpadá nejrizikovější operace - odvětfování řetězovou motorovou pilou v obtížném terénu. Přínosem bývá i uvolnění těžební plochy od klestu současně s těžbou. Pokud konfigurace terénu vyžaduje odtahování dříví od nosného lana, je přímo ideální stromovou metodu použít, protože lze integrovat odtahování s odvětčováním (zpracováním procesorem). V případě, že těžené stromy s korunou přesahují nosnost LDZ, lze oddenkovou část stromu odříznout, odvětvit a přepravovat jako hotovou kulatinu.

Stavba a provoz LDZ ve výchovných těžbách má některé zvláštnosti, vyplývající z nízké hmotnosti těžných stromů a nízké koncentrace dříví k těžbě na jednu trasu. Šířku pracovního pole lze zvětšit jen vyklizováním z boku jiným prostředkem (koněm, navijedlem). Protože by nebylo možné stihnout těžbu a vyklizování z boku současně s těžbou a přibližováním v polích, provádí se v předstihu. Variantou je zpracování celého pole v předstihu, kdy je v 2. fázi jen postavena trasa a přiblíženo dříví.





Obr. 16.66. Rozšíření pracovního pole ve výchovné těžbě použitím mobilního navijáku

Zásadní požadavek na bezeškodnou těžbu a soustředování dříví klade vysoké nároky na směrové kácení (porosty jsou obtížně průchodné, zavětvené a zpravidla i s velkým počtem zlomů a odumřelých jedinců). Častý požadavek na co nejužší trasu LDZ (do 2 m) není zcela racionální, protože z důvodů přijatelné koncentrace dříví k těžbě se volí šířka pracovního pole 40-80 m. Při takovém rozestupu tras není odnímání lesní půdy nijak mimořádné, a snaha po úzké trase vede k nárůstu škod na okrajových stromech, ke kterým dochází při vytáčení nákladu pod nosné lano. Montáž podpěrného systému a kotvení nosných lan se provádí na stromech slabších dimenzí. To vede k tomu, že botky nemohou být vysoko od země, a proto musí být jejich počet vyšší. Kotvit se musí na více stromů, nebo na pařezy předcházejícího porostu. Podpěrné a stožárové stromy bývá nutné vyztužovat a vícenásobně kotvit. Vhodné je použití stožárových LDZ, u kterých je alespoň jeden konec trasy vyřešen. Pracnost stavby LDZ je vyšší než v mýtní těžbě. Proto se v tradičních lanovkářských regionech nechává do následného porostu "zarůst" dostatečný počet stromů z předcházejícího porostu, sloužících pro stavbu LDZ ve stadiu následných předmýtních těžeb. Případně lze použít stromy ze sousedních porostů jako stožárové a kotevní. Vzhledem k nízkým hmotnostem stromů ve výchovných těžbách nebývá nutné dimenzovat trasu LDZ na plnou nosnost, a při očekávaném nevyužití teoretické nosnosti LDZ je možno upravit výpočet průhybu ve smyslu nevyžití  $Q_{max.}$ , resp.  $Q/2$ . Požadavek na směrové vyklizování pod nosné lano je striktní, vyklizovací dráhy by měly k nosnému lanu vyúšťovat pod úhlem max.  $45^\circ$ . V selektivních těžbách na svazích platí, že čím strmější svah, tím by měl být úhel vyklizování ostřejší, aby se omezilo boční odvalování dříví a tím riziko poškozování stojících stromů. Nutný je vozík, který je možno aretovat na libovolném místě trasy, a výhodné je, když je v průběhu vyklizování měněn jeho úhel k nosnému lanu. Výška nosného lana nad zemí je vhodná co nejvyšší, protože se tím zmenšuje plocha, dotčená vytáčením pod lano - to však koliduje s dimenzemi stromů. Obecně platí, že rozestup tras LDZ (šířka pracovního pole) se řídí použitým typem LDZ, koncentrací dříví k těžbě, těžební metodou a druhem těžby. Rozestup tras bývá v rozpětí 40-80 m, v závislosti na tom, zda je vyklizování pod nosné lano prováděno jen tažným lanem, nebo i jiným prostředkem (koněm, mobilním navijákem). Hledání optimálního rozestupu tras je hledáním ekonomicky únosného souhrnu nákladů na montáž a provoz LDZ. Zvyšování rozestupu tras LDZ totiž snižuje náklady na montáž a demontáž, ale současně vzrůstá pracnost a nákladnost vyklizování.

### Oprava a údržba

Spolehlivý a bezpečný provoz LDZ vyžaduje vykonání odborných oprav a údržby. Smyslem údržbářských prací je předcházet neočekávaným haváriím, prostojům, ohrožování bezpečnosti práce a životního prostředí, čímž plní preventivní funkci. Můžeme je rozdělit na

- Běžnou údržbu: vykonává ji denně obsluha podle návodu na obsluhu a údržbu: čištění, promazávání, dotahování spojů, kontrola stavu lan a kladek, doplňování různých médií apod.
- Běžné prohlídky: vykonávají se na údržbářské dílně zpravidla 1 x za měsíc. Jsou to práce většího rozsahu předepsané v návodu na obsluhu a údržbu: výměna olejových náplní, seřizování a kalibrace různých agregátů, výměna filtrů, kontrolní měření provozních veličin apod.



Opravy můžeme dělit na

- Běžné opravy: provádějí se po výskytu poruchy, která se projeví poškozením konstrukce, selháváním funkcí apod.
- Preventivní opravy: plánují se podle doporučení výrobce, např. tzv. střední opravy, anebo podle skutečného stavu technického zařízení – generální opravy.

Jednotlivé části LDZ je třeba opravit nebo vyměnit, jakmile jejich technický stav ohrožuje funkci, hospodárnost a bezpečnost provozu. Např. ocelové lano je nutné vyměnit, jakmile se na něm vyskytne nápadně zúžené místo, přetržený pramen, deformace po zatáhnuté smyčce, případně větší počet zlomených drátků. Při posuzování stavu lana je třeba brát do úvahy i korozi a opotřebení drátků. Nejdůležitějším technickým dokumentem pro obsluhu, který musí být dodržován, je návod na obsluhu a údržbu.

**Hlavní zásady bezpečnosti práce s LDZ jsou:**

- Při pohybu lan se nezdržovat mezi nimi, pod lanem a pod břemenem.
- Náklad smí být usměřován ručním náradím, jen pokud je v klidu a jsou-li v klidu i lana.
- Přístupovat k nákladu se může jen s horní strany.
- Zapínání a uvolňování nákladu je možné až po zastavení lan a uvolnění jejich napětí.
- Lana pod napětím se nesmí překračovat.
- Nikdo se nesmí zdržovat ve vnitřním úhlu lan s napětím a v prodlouženém směru napnutých lan.
- Po ukončení práce se musí lanovkový vozík zajistit proti náhodnému uvedení do pohybu.
- Po ukončení práce musí být povolen tah v lanech.
- Při výstupu na stromy musí být pracovník jistěn ochranným pásem.
- Trasa LDZ musí být v místech křížování s komunikací označena výstražnými tabulkami. Protože lze lana proti obloze snadno přehlédnout, musí být komunikace uzavřeny pro provoz vozidel.
- Při provozu LDZ se zakazuje kácet stromy ve vzdálenosti dvou výšek kácených stromů.
- Před započítím stavby lanovky a po demontáži se musí překontrolovat kladky, kotevní lana, montážní lana, úvazky a pohyblivé části LDZ.
- Při stavbě a údržbě se zakazuje šplhat po nosném laně a pomocných lanech.
- Během montáže na stromech a podpěrách se pod nimi nesmí nikdo zdržovat.
- Hmotnost přepravovaného nákladu nesmí překročit hodnotu stanovenou výrobcem.
- Zakazuje se překračovat nebo stoupat na vlečené kmeny a dopravovat lanovkou osoby.
- Každý pracovník obsluhy LDZ je povinen používat předepsané ochranné pomůcky.
- Pohonné stanice musí být zabezpečené proti možnosti uvedení do chodu nepovolanými osobami.
- Při montáži, demontáži, provozu a údržbě se musí postupovat podle návodu výrobce.
- Pracovníci musí používat přilbu při práci mimo kabinu soustředovacího prostředku.
- Nesmí se přepravovat náklad nad lidmi nebo jejich nebezpečné blízkosti.
- Nesmí se pracovat v blízkosti ochranného pásma elektrického vedení.
- Nesmí se vykonávat jakékoliv práce na rozvodu hydraulických a pneumatických systémů, pokud jsou pod tlakem.
- Během přibližování musí pracovník sledovat svah nad sebou, protože se mohou uvolnit kameny, kořenové koláče, kmeny, apod.
- Nikdo se nesmí zdržovat na spádnicí pod místem přibližování.
- Při práci na svahu, na kterém hrozí nebezpečí samovolného pohybu dříví se zakazuje současně těžít a přibližovat dříví.
- Během bouřky, silného deště a větru, při viditelnosti snížené pod 100 m a teploty vzduchu nižší jak -20 °C musí být práce přerušena.
- Po ukončení práce musí být lanový vozík zajištěný proti pohybu.

### **Algoritmus výběru LDZ**

Soustředování dříví LDZ je organizačně i finančně náročnější než kolovou technikou. Proto by měl být pořízen takový typ LDZ, na který by se platil slogan "horší (levnější) neobstojí a lepší (dražší) je zbytečný". Algoritmus výběru vhodného typu je přibližně následující:

### 1. Postaci krátkotrat'ový traktorový adaptační lanový systém?

*ANO – platí v případech sezónního i celoročního využívání na krátkých trasách (svahy i neúnosné terény), v nižších hmotnostech těžných stromů a s přístupností míst pro pohonnou stanici na UKT, pokud se jedná o jiné využití, tedy NE – postoupit na odstavec 2.*

### 2. Postaci LDZ pro dopravu dříví proti kopci?

*ANO – platí v případě celoročního využívání krátkých tras na svazích přístupných hřebenovými cestami. V případě požadavku na selektivní těžbu je nutný vozík, který lze aretovat na libovolném místě trasy. Pokud se jedná o jiný případ, tedy NE – postoupit na odstavec 3.*

### 3. Vyhoví běžné typy univerzálních LDZ? Doprava dříví všemi směry, obvyklý dosah a běžné řešení podvozku?

*ANO – platí při celoročním využívání a požadované nosnosti 1,5 tuny, délce tras do 500 m a přístupnosti míst pohonné stanice pro UKT. V jiném případě, tedy NE – postoupit na odstavec 4.*

*4. Přesahují-li požadavky na nosnost lanovky (i při výrobě krácených sortimentů v porostu) běžné typy, je třeba vybrat typ s vyšší užitečnou hmotností. Přesahují-li požadavky na délku trasy lanovky běžné typy (i při stavbě trasy "nadvakrát"), je třeba vybrat typ s delší účinnou trasou, pokud je požadavek dlouhodobý! Nebudou-li místa pro pohonnou stanici přístupná po komunikacích, musí být vybrán typ na terénním podvozku, případně se saňovým podvozkem.*

## 16.6. Projektování LDZ

Při **terénních pracích** se hledá vhodné umístění pohonné stanice LDZ, ověřují možnosti horního a dolního kotvení nosného lana, navrhuje tvar a velikost pracovního pole, určují kardinální body trasy a místo a rozměry skládky dříví i směr odvozu. **Pochůzkou v terénu** se porovnávají mapové údaje s reálným stavem, zjišťují se vhodné kotevní, podpěrné a stožárové stromy, měří se šikmá vzdálenost lomů terénu od sebe a úhel sklonu mezi nimi. Údaje se zaznamenávají číselně i graficky do **polního zápisníku**, který je podkladem pro vynesení **podélného profilu** trasy. **Trasou lanovky** je zpravidla přímka bez horizontálních lomů, spojující stožárové stromy, které jsou koncovými body účinné délky trasy. V terénu je vytyčena pomocí výtyček, nebo buzolním tachymetrem či buzolou. Pro **zaměření podélného profilu** se používá sklonoměr a pásmo.

Je-li na jednom konci trasy k dispozici jediný možný stožárový strom, a na druhém je jich více, začíná se **vytyčování a zaměřování trasy** od tohoto určujícího stožárového stromu. Jinak se vždy začíná od místa budoucí pohonné stanice. Trasa se obvykle vytyčuje prodlužováním přímky za pomoci tří výtyček, které přenášejí 2-3 pomocníci měřiče. Jednotlivé záměry se nedělají delší než 20-40 m, i když by to charakter terénu dovolil. Pečlivě se zachycuje každý lom terénu, a to změřením šikmé vzdálenosti a úhlu sklonu terénu od posledního měřeného bodu. Ve všech měřených bodech se zatloukají do země kolíky s číslem bodu. Do polního zápisníku se zapisují a zakreslují čísla bodů a šikmé vzdálenosti a sklony terénu mezi nimi. Současně se zakreslují všechny stromy vhodné jako podpěrné a kotevní, a zaznamenávají se jejich dimenze (vždy se zakresluje více stromů, než je odhadem nezbytné, protože jen tím se lze vyhnout další terénní pochůzce, pokud při kancelářských pracích vznikne potřeba vložit další botku, nebo kotvit na více stromů). Po dosažení koncového bodu trasy, se při cestě zpět k výchozímu bodu provádí kontrolní měření šikmých délek a úhlů sklonu terénu, s vyrovnáváním měřičských chyb.

Oddělení			
Pracoviště			
Bod. č.	Sklon (%)	Šikmá vzdálenost (m)	Montážní popis
1	-	-	Kotevní pařez, BK průměr 55 cm
1-2	+ 12	22,3	Stožárový strom, SM d <sub>1,3</sub> 36 cm
2-3	+ 4	8,6	Lom terénu
3-4	+ 4	6,8	Lom terénu
4-5	+ 14	49,2	Možná podpěra, vpravo 4,2 m SM d <sub>1,3</sub> 30 cm, vlevo 3,9 m, SM d <sub>1,3</sub> 32 cm

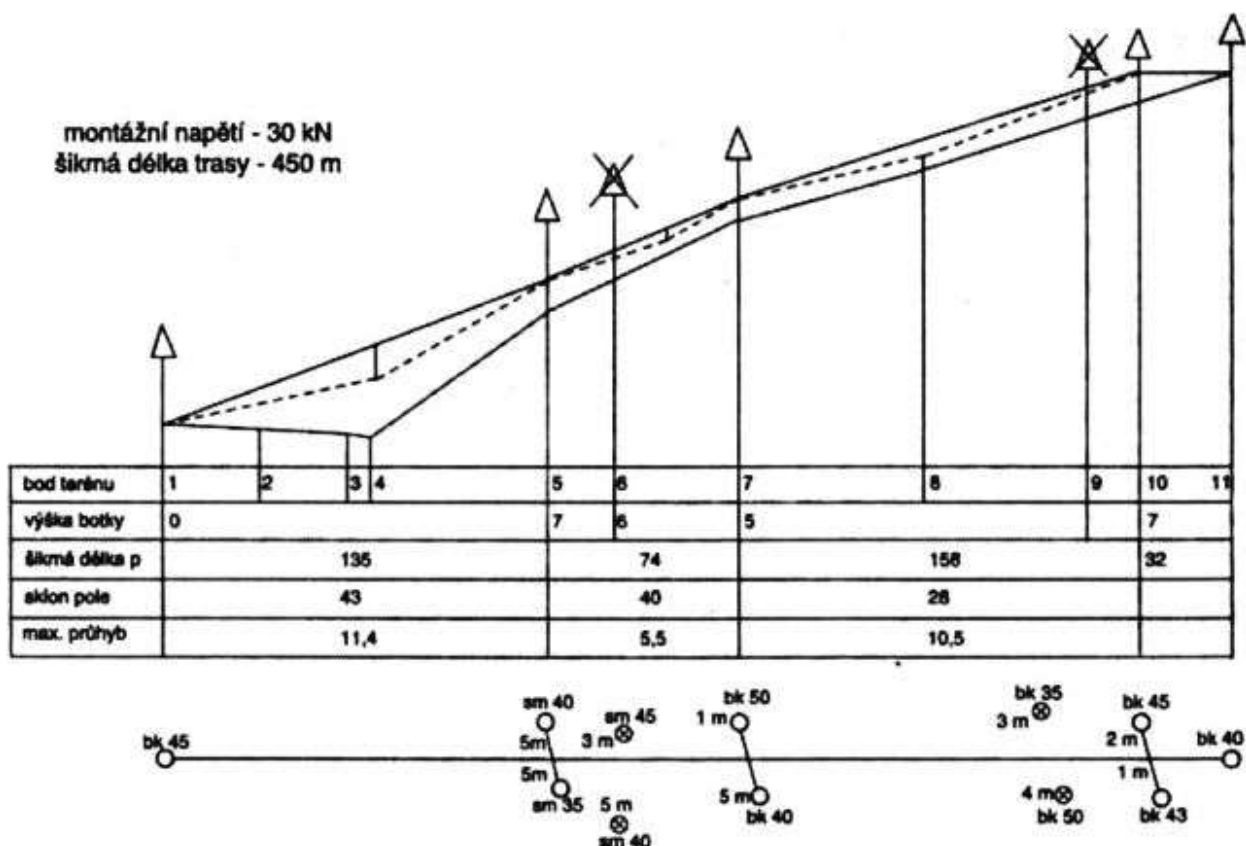
5-6	+ 26	14,4	Lom terénu
6-7	+ 35	32,3	Možná podpěra, vpravo 3,0 m BK $d_{1,3}$ 34 cm, vlevo 3,6 m, BK $d_{1,3}$ 32 cm
<b>Datum</b>			
<b>Měřil</b>			

Obr. 16.68. Příklad provedení polního zápisníku

Při kancelářských pracích se zpracovává **projekt LDZ**, který je podkladem pro jeho stavbu. Nejprve se vynesou podélný profil trasy, a pak se matematicky a graficky zjišťují nezbytné počty podpěrných (snižovacích) botek, minimální výšky botek nad terénem, sklon polí nezatíženého nosného lana, maximální průhyb nosného lana vlivem maximálního břemene ve středu nejdelšího pole, montážní a maximální napětí nosného lana, tlak na podpěry a dimenzování kotev. Pořadí prací je následující

- vynesení podélného profilu terénu (obvykle se zakresluje na milimetrový papír, v měřítku 1:1000, nebo 1:500. Pro trasy nad 350 m je zapotřebí formát papíru A2).
  - zakreslení stožárových stromů
  - návrh podpěrných botek (obvyklá návrhová výška botky bývá 7 m, maximální 10 m).
  - zakreslení kotevních stromů
  - vložení nivelety nosného lana
- zjištění celkové vodorovné (L) a celkové šikmé délky trasy, i vodorovné délky (l) a šikmé délky (l') jednotlivých polí
- výpočet zvýšeného napětí pod břemenem  $S_0$ , a výpočet maximálního průhybu nosného lana  $f_{max}$  (výpočet obou veličin se odlišuje pro vícepolové a jednopólové LDZ).
- grafické znázornění dráhy nákladu po nosném laně
- definitivní určení výšek podpěrných botek, korigované podle výsledku předchozího bodu. Minimální výškou botky od země, aby náklad zůstal v polozávěsu, je hodnota průhybu lana + 1,5 m (1 m je bezpečnostní výška nákladu od země, a 0,5 m se uvažuje na čelo dopravovaného kmene a délku úvazku).
- zjištění úhlů lomů na podpěrných botkách. Vertikální úhly lomu dvou sousedních polí smí být na podpěrné botce v rozpětí (l) 2-17 ° (ideálně 5-8 °). Na snižovací botce smí být vertikální úhel lomu do 10 ° a na neprůjezdné botce by neměl překročit 60 °. Proto může i po tomto bodu následovat další korekce výšky botek.
- zjištění sil působících na podpěrné botky, a přenášených na podpěrné stromy
- ověření požadované pevnosti podpěrných a kotevních stromů, případně ověření pevnosti umělých kotev.

Pozn. V současnosti jsou již dostupné speciální počítačové aplikace, které usnadňují projektování LDZ včetně výpočtů veličin a vykreslení podélného profilu trasy lanovky. Ne vždy však mohou být tyto moderní prostředky k dispozici, proto je žádoucí znát i tradiční ruční zpracování projektu LDZ.



Obr. 16.68. Příklad uspořádání podélného profilu LDZ

### 16.6.1. Vynesení podélného profilu

Podélný profil zakresluje nejčastěji v měřítku 1:1000 (je vhodné použít milimetrový papír). S ohledem na délku trasy a velikost papíru (nejlépe formát A3), můžeme použít i měřítko 1:500.

**Příklad:** délka 350,3 m ve skutečnosti bude na papíře v měřítku 1:1000 rovna 35,03 cm a v měřítku 1:500 bude rovna 70,06 cm.

**Zhotovení informační tabulky:** Ve spodní části papíru (A3) nakreslíme tabulku s deseti 0,5 cm širokými řádky. Kreslit začneme co nejblíže spodnímu okraji papíru a horní okraj tabulky pak bude ležet 5 cm od spodního okraje papíru. Tabulka je rozdělena na textovou a číselnou část. Textová část začíná na levém okraji papíru a je dlouhá 5 cm. Od číselné části tabulky ji oddělíme svislicí vedoucí od dolního okraje papíru po bod ležící 2 cm pod horním okrajem papíru.

Jednotlivé řádky textové části tabulky vyplníme postupně odshora následujícím textem: (ř. 1) bod terénu, (ř. 2) šikmá délka terénu (m), (ř. 3) sklon terénu ( $^{\circ}$ ), (ř. 4) možnost podpěry č., (ř. 5) botka č., (ř. 6) šikmá délka pole I' (m), (ř. 7) vodorovná délka pole I (m), (ř. 8) sklon pole ve ( $^{\circ}$ ), (ř. 9) průvės lana (m), (ř. 10) výška botky (m). Vzhledem k tomu, že pro textovou část tabulky potřebujeme 5 cm na délku a papír formátu A3 je dlouhý pouze 42 cm, zbývá pro vynesení podélného profilu od 35 do 40 cm (podle sklonu terénu). Pro podélné profily terénu delšího než 350 m použijeme proto formát A2 či dva spleené papíry A3 (použití měřítka 1:2000 je již nepřesné).

**Vynášení jednotlivých bodů terénu:** Začneme bodem terénu č. 1. Jeho horizontální polohu určuje svislice narýsovaná v prodloužení přímky oddělující textovou a číselnou (prozatím prázdnou) část tabulky. Je tedy 5 cm vpravo od levého kraje papíru. Vertikální poloha je 2 cm pod horním okrajem papíru na zmíněné svislici. Další body terénu určíme následovně: z bodu terénu č. 1 narýsujeme pomocí úhlooměru a pravítka úsečku o délce a sklonu zjištěných z polního zápisníku. Konec této úsečky určuje bod terénu č. 2. Stejným způsobem pokračujeme až k poslednímu bodu terénu. Dáváme pozor na dohodou zvolená znaménka sklonu svahu, (-) znamená terén klesající zleva doprava ( $\setminus$ ), (+) znamená terén stoupající zleva doprava ( $/$ ). Z jednotlivých bodů terénu spustíme svislice tak, aby

protínaly druhý a třetí řádek tabulky. První řádek přímkami neprotínáme a do takto vzniklých volných míst vepíšeme příslušná čísla bodů terénu (tzn. od č. 2 dále). Do druhého a třetího řádku, kde nám svislice vymezily úseky mezi jednotlivými body terénu, opíšeme z polního zápisníku šikmou délkou terénu a jeho sklon.

Zakreslení polohy předpokládaných podpěrných botek. Zde uvažujeme o dvou možnostech:

1. Jde-li o neprůjezdnou podpěrnou botku, umístěnou v kotevním úvazku podpěry přímo na podpěrném – stožárovém stromě, je její poloha v podélném profilu určena přímo polohou stožárového stromu zjištěnou z polního zápisníku.
2. V případě, že průjezdná podpěrná botka je upevněna pomocí montáže tvaru M, což znamená, že botka je zavěšená na podpěrné (kotevní či montážní) lano botky vedoucí mezi dvěma podpěrnými stromy, určíme její polohu podle následujícího popisu: kolmá vzdálenost podpěrných stromů od osy lanovky i vzdálenost průsečíku této kolmice s osou lanovky od počátku měřeného úseku je uvedena v polním zápisníku. Vzdálenost mezi dvěma podpěrnými stromy, měřená kolmo k ose lanovky, by měla být nejméně 2,5 m. Při rozhodování o poloze podpěrné botky mohou nastat dva případy.

**Případ typu A:** je-li kolmá vzdálenost podpěrných stromů (tvořících spolu dvojici) od osy lanovky u obou stromů přibližně stejná (rozdíl do 0,5 m), anebo, je-li vzdálenost kolmých průmětů podpěrných stromů na osu lanovky menší než 2 m, je poloha podpěrné botky přibližně ve středu mezi kolmými průměty obou podpěrných stromů.

Příklad: kolmé průměty podpěrných stromů č. 31 a č. 32 na osu lanovky jsou v úseku mezi body terénu č. 3 a č. 4 ve vzdálenosti 15 m, resp. 20 m od počátku úseku (tzn. od bodu terénu č. 3). Kolmá vzdálenost od osy lanovky je u stromu č. 31 - 3 m vlevo, u stromu č. 32 - 3,3 m vpravo. Poloha podpěrné botky bude tedy asi 17,5 m (viz případ A) od bodu terénu č. 3. Kolmé průměty podpěrných stromů č. 41 a č. 42 na osu lanovky jsou v úseku mezi body terénu č. 4 a č. 5 ve vzdálenosti 25 m, resp. 26 m od počátku úseku (tzn. od bodu terénu č. 4). Kolmá vzdálenost od osy lanovky je u stromu č. 41 5,2 m vlevo, u stromu č. 42 - 1,3 m vpravo. Poloha podpěrné botky bude tedy asi 25,5 m (viz případ A) od bodu terénu č. 4.

**Případ typu B:** liší-li se kolmá vzdálenost podpěrných stromů od osy lanovky od sebe navzájem o více než 0,5 m, anebo je-li vzdálenost kolmých průmětů podpěrných stromů na osu lanovky větší než 2 m, pak bychom měli polohu podpěrné botky zjistit graficky (jde o určení průsečíku osy lanovky s přímkou procházející oběma podpěrnými stromy).

Příklad: kolmé průměty podpěrných stromů č. 21 a č. 22 na osu lanovky jsou v úseku mezi body terénu č. 2 a č. 3 ve vzdálenosti 10 m, resp. 16 m od počátku úseku (tzn. od bodu terénu č. 2). Strom č. 21 stojí ve vzdálenosti 3 m vlevo kolmo od osy lanovky, strom č. 22 stojí ve vzdálenosti 1 m vpravo kolmo od osy lanovky. V jaké vzdálenosti od bodu terénu č. 2 se bude nacházet podpěrná botka? Případ typu B. Řešíme graficky. Výsledek: podpěrná botka bude umístěna ve vzdálenosti 14,5 m od bodu terénu č. 2.

Jestliže jsme tedy pomocnými výpočty či graficky určili polohu předpokládaných podpěrných botek v polním náčrtku, zakreslíme je nyní do podélného profilu pomocí c a dvoucentimetrových úseček vztyčených svisle vzhůru z bodu ležícího na terénu. V řádku "Možnost podpěry" si pomocí pravítka označíme jejich polohu a následně zapíšeme jejich pořadová čísla.

Příklad: leží-li jedna z botek 15 m (měřeno po ose lanovky) od bodu terénu č. 1, zakreslíme do podélného profilu (v měřítku 1:1000) 1,5 cm daleko od tohoto bodu (měřeno na spojnici bodů terénu č. 1 a č. 2) dva centimetry dlouhou úsečku s počátkem na podélném profilu směřující svisle vzhůru. Pomocí pravítka přiloženého na tuto úsečku označíme polohu botky ve čtvrtém řádku tabulky a napíšeme tam její pořadové číslo.

### 16.6.2. Vložení návrhu nivelety lana

Niveleta lana je čára, zobrazující v podélném profilu teoretický průběh napnutého nosného lana lanovky. Spojuje přímkou všechny podpěrné botky a čela (báze) kotevních stromů. Při jejím návrhu vycházíme z následujících zásad. Především se snažíme navrhnout lanovku jednopoloovou. U

vícepolové lanovky je nejvhodnější navrhnout všechna pole přibližně stejně dlouhá, o délce kolem 80-120 m. Výšku podpěrné botky předpokládáme kolem 7 m (v měřítku výšek 1:500 je to 1,4 cm). Niveletu lana navrhujeme tak, abychom na podpěrné botce měli alespoň minimální úhel lomu nosného lana ( $\alpha = 1^\circ$ ) a nemuseli pak v terénu stavět snižovací botku, jejíž montáž je nejméně dvakrát tak pracná, jako montáž podpěrné botky. Dáváme pozor, aby úhel lomu nosného lana (obr. č. 16.70., 16.71.) na průjezdné podpěrné botce nebyl větší než maximální ( $\alpha = 17^\circ$ ) a úhel lomu nosného lana na neprůjezdné podpěrné botce nebyl větší než  $60^\circ$ . Pozor na měření úhlu lomu nosného lana na neprůjezdné podpěře z podélného profilu. Správný výsledek zjistíme jen tehdy, je-li měřítko výšek i délek shodné. Není-li tomu tak (např. měřítko délek je 1:1000 a měřítko výšek 1:500), musí se dát měřítko do souladu (např. vynesemím nivelety nosného lana od báze kotevního stromu do poloviny výšky neprůjezdné podpěrné botky).

Návrh nivelety nosného lana začínáme kreslit od báze pravého či levého kotevního stromu směrem k první předpokládané podpěrné botce. Jak bylo již uvedeno, je optimální výška podpěrné botky kolem 7 m nad zemí. Snahou je umístit ji co nejnižší (z důvodů pracnosti montáže), tomu však většinou brání velikost průhybu nosného lana pod zátěží. Maximální vertikální umístění podpěrné botky by nemělo přesáhnout 10 m. Z první předpokládané podpěrné botky vedeme niveletu nosného lana k druhé předpokládané podpěrné botce umístěné opět do výše 7 m. Přitom dodržíme omezení ( $60^\circ$ ) pro úhel lomu nosného lana na první předpokládané podpěrné botce (bývá obvykle neprůjezdná). Stejným způsobem (max. úhel lomu na průjezdných podpěrných botkách je však jen  $17^\circ$ ) postupujeme i u dalších úseků (polí) nivelety nosného lana.

Vzhledem k tomu, že používáme pro vertikální umístění podpěrných botek konstantní návrhovou výšku 7 m, stane se často, že nemůžeme dodržet dovolené rozmezí úhlu lomu nosného lana na průjezdné podpěrné botce ( $1-17^\circ$ ). Zde je nutné také upozornit na skutečnost, že pod pojmem úhel lomu nosného lana se zde rozumí tzv. pozitivní úhel lomu (obr. č. 16.69.), tedy takový stav, kdy, na rozdíl od negativního úhlu lomu nosného lana (obr. č. 16.70.), napětí v nosném laně tlačí podpěrnou botku směrem k zemi (představte si tětivu /nosné lano/ napnutého luku mířícího šípem k zemi). Abychom dosáhli pozitivního úhlu lomu nosného lana, musí být hodnota sklonu následujícího úseku (pole) nivelety nosného lana větší než předcházejícího (postupujeme-li z kopce dolů – po svahu), či naopak menší než předcházejícího (postupujeme-li do kopce – proti svahu). V případě, že existuje pole ( $l'$ ), vedoucí od kotevního stromu nahoru ( $l$ ) k podpěrné botce v horní části lanovky a další pole ( $l_g$ ) vedoucí od ní dolů ( $l$ ), řešíme situaci tak, že přidělíme hodnotě sklonu pole  $l'$ , opačné znaménko než  $l'_2$ .



Obr. 16.69. Úhel lomu lana na podpěrné botce (pozitivní)



Obr. 16.70. Úhel lomu lana na podpěrné botce (negativní)

**Příklad:** Terén se svažuje zleva doprava. Vynášíme návrh nivelety nosného lana z levé strany. Od báze kotevního stromu po první předpokládanou podpěrnou botku, umístěnou v 7 m nad zemí, je sklon návrhu nivelety nosného lana v poli č.1  $\alpha_1 = 25^\circ$  od vodorovné roviny (měříme úhломěrem). Na základě předchozí dohody přidělíme pro sklon nivelety nosného lana, která stoupá zleva doprava, znaménko + (báze kotevního stromu má nadmořskou výšku 250 m n.m., podpěrná botka č.1 má nadmořskou výšku 257 m n.m.). Víme, že max. hodnota úhlu lomu na neprůjezdné podpěře je  $60^\circ$ . Odečteme-li od této hodnoty  $25^\circ$  zjistíme, jaký může být max. sklon nivelety nosného lana v následujícím poli č. 2. Protože však nadmořská výška botky č. 2 je 240 m, tzn., niveleta nosného lana v poli č. 2 zleva doprava klesá, přidělíme hodnotě sklonu znaménko minus. Skutečný sklon nivelety nosného lana v poli č. 2, změřený úhломěrem, je tedy  $\alpha_2 = -30^\circ$ . V poli č. 3 pak naměříme úhломěrem sklon nivelety  $\alpha_3 = -28^\circ$  (od botky č. 2 k botce č. 3). Jak vyplývá z předcházejícího textu, na botce č. 2 je tedy negativní lom nosného lana a v terénu by bylo nutno zde stavět snižovací botku. Řešení je ve



změně umístění botky č. 3. Navrhujeme její vertikální polohu blíže k zemi (např. 5 m). Tím se zároveň zvětší sklon nivelety nosného lana v poli č. 3 na  $\alpha_3 = -31^\circ$ . Dodrželi jsme tedy podmínku, aby hodnota úhlu lomu nosného lana; byla v rozmezí  $1-17^\circ$  (tuto hodnotu zjistíme odečtením sklonu nivelety lana v poli č. 2  $\alpha_2 = -30^\circ$  od sklonu nivelety v poli č. 3  $\alpha_3 = -31^\circ$  v absolutní hodnotě  $\Rightarrow \alpha_n = 1^\circ$ ). Abychom dodrželi zásadu, že pole následující po sobě ve směru po svahu musejí mít stále větší a větší sklon (min. o  $1^\circ$ ), nakreslíme si zkusmo podle úhlooměru polohu nivelety nosného lana v poli č. 4, kde by měl být její minimální sklon  $\alpha_4 = 32^\circ$ . Vidíme, že již několik cm před podpěrnou botkou č. 4 protíná niveleta povrch terénu. Musíme tedy změnit vertikální polohu podpěrných botek č. 1 - 4 a provést celý postup navrhování nivelety nosného lana znovu. Další možností, jak měnit průběh nivelety nosného lana, je použít jiné podpěrné, příp. kotevní stromy. Teprve tehdy, když niveleta nosného lana prochází všemi podpěrnými botkami (a botky jsou v obvyklé výšce nad terénem) a má, pokud možno, pozitivní úhel lomu na botkách (daného rozmezí), můžeme přikročit k dalším výpočtům.

Celá tato procedura navrhování nivelety nosného lana je poměrně zdlouhavá a vyžaduje cvik. Nezapomeňte, že i v tomto stavu jde pořád o návrh, který se může potvrdit či změnit až dalšími výpočty.

Vyplnění informační tabulky údajů o niveletě nosného lana. Protože jde stále o předběžný návrh nivelety, doporučujeme psát následující hodnoty na poznámkový papír a teprve, až si budete jisti, že je vše v pořádku, vyplnit originální tabulku. Začneme pátým řádkem, kam vepíšeme pořadová čísla jednotlivých vybraných podpěrných botek (je zvykem číslovat botky od jedničky). Čísla píšeme do míst průsečíků svislic spuštěných z místa podpěrná botky s pátým řádkem informační tabulky. V dalších řádcích (6-10) tyto svislice zakreslíme přímo do tabulky. V tabulce tak vzniknou úseky, do kterých píšeme údaje vztahující se k odpovídajícím polím nivelety nosného lana. Do šestého řádku uvedeme šikmou délku nivelety nosného lana ( $l'$ ) v jednotlivých polích lanovky v metrech (měříme pravítkem délku nivelety nosného lana na podélném profilu a přepočítáváme zpět podle měřítka délek do skutečných hodnot). Polem lanovky zde rozumíme úseky mezi kotevními stromy a podpěrnými botkami a mezi podpěrnými botkami navzájem. Použijeme-li měřítka výšek odlišné od měřítka délek (např. 1:500 a 1:1000), je nutné vynášet niveletu nosného lana od obou kotevních stromů k podpěrným botkám (pro účely měření její délky a sklonu v těchto dvou polích) do výšky odpovídající měřítku délek  $l$ .

Příklad: Je-li dáno pro podélný profil lanovky měřítka délek 1:1000 a měřítka výšek 1:500, pak botky navrhované do výšky 7 m budou na podélném profilu zakresleny ve výšce 1,4 cm ( $7:5 = 1,4$ ). V případě podpěrných botek sousedících s kotevními stromy, by však niveleta nosného lana spojující kotevní stromy s podpěrnými botkami (umístěnými např. ve výšce 1,4 cm) **nevyjadřovala správně skutečný sklon a délku nosného lana** vzhledem k různým měřítkům délek a výšek (tato situace u nivelet spojujících pouze podpěrné botky nenastává, protože zde není návaznost na měřítka výšek).

Řešení: niveletu nosného lana vedeme od kotevních stromů na podpěrné botky do výšky odpovídající měřítka délek (1:1000, tzn. do 0,7 cm), avšak dále již vedeme niveletu nosného lana z bodu ve výšce 1,4 cm.

Do sedmého řádku uvedeme vodorovnou délku ( $l$ ) jednotlivých polí lanovky v metrech (na podélném profilu měříme pravítkem vodorovnou vzdálenost botek mezi sebou i vzdálenost kotevní stromy - botka). Do osmého řádku píšeme sklon polí nivelety nosného lana ve stupních. Dodržujeme přitom dohodnutou zásadu o znaménkách (klesání  $\backslash = -$ , stoupání  $/ = +$ ). Sklon měříme úhlooměrem z podélného profilu, nebo počítáme (je to přesnější) podle vzorce č. 1:

$$\alpha_m = \arccos (l_m/l'_m) \quad (1)$$

kde:  $l_m$  - vodorovná délka pole č.  $m$  (m)  
 $l'_m$  - (šikmá) délka nivelety nosného lana v poli č.  $m$  (m)  
 $\alpha_m$  - sklon nivelety nosného lana v poli č.  $m$  (m)

### 16.6.3. Výpočet zvýšeného napětí pod břemenem ( $S_Q$ )

Řešení tohoto problému se liší podle toho, zda jde o vícepolovou či jednopolevou lanovku, případně i podle způsobu výpočtu. Celá tato problematika je dosti složitá a následující text si rozhodně neklade za cíl ukázat všechna možná řešení. Stejně tak neuvádíme genezi použitých vzorců. Případní zájemci mají k dispozici seznam literatury.

#### Určení $S_Q$ u vícepolových lanovek

Určení  $S_Q$  výpočtem. Při výpočtu  $S_Q$  použijeme vzorec publikovaný Dresslerem (1962), který má tato omezení. Je použitelný jen při projektování lehkých lanovek (Vln 4, Vlu 5, LS 1,5-300, LS 2-500), které používají nosná lana o průměru 14-18 mm, a u tras, kde má nejdelší pole maximálně 150 m. Ve vzorci není zahrnut vliv teploty na prodloužení nosného lana. Hodnota  $S_Q$  je u vícepolových lanovek největší tehdy, je-li vozík s břemenem uprostřed nejdelšího vodorovného pole lanovky ( $S_{Q_{max}}$ ). Velikost  $S_Q$  se při pohybu vozíku s nákladem z tohoto bodu zmenšuje a nejmenší je ve chvíli, kdy je vozík na podpěrné botce (tehdy se  $S_Q = S_m$ ). Při následujícím pohybu vozíku do středu dalšího pole (ne již nejdelšího) se  $S_Q$  opět zvětšuje, nikdy však již nedosahuje hodnoty  $S_{Q_{max}}$ . Mají-li dvě pole téže lanovky stejnou vodorovnou délku, mají také stejně  $S_Q$  uprostřed příslušného pole.

$$S_{Qm}^3 - (S_{Qm}^2 \times S_m) = 1000 \times ((E \times \gamma \times F) / 8) \times ((l_m \times Q^2) / L) \quad (2)$$

kde:  $S_{Qm}$  - zvýšené napětí nosného lana lanovky (vlivem břemene), je-li vozík s břemenem uprostřed pole lanovky č. m (dN)  
 $S_m$  - montážní napětí nosného lana (dN)  
 $E$  - modul pružnosti oceli v tahu (2 100 000 kg, do výpočtu vstupuje hodnota 2 100 tun)  
 $\gamma$  - součinitel bezpečnosti (0,4)  
 $F$  - plocha jmenovitého průřezu lana ( $cm^2$ )  
 $l_m$  - vodorovná délka pole lanovky č. m (m)  
 $Q$  - zvolená hmotnost břemene (kg)  
 $L$  - vodorovná délka celé lanovky (měřeno od kotevních stromů) (m)

Ve vzorci č. 2 je pro nás neznámá pouze hodnota  $S_{Qm}$ . Montážní napětí u vícepolových lanovek  $S_m$  se pohybuje mezi 2500 – 3500 dN. Pro další výpočty si zvolíme  $S_m = 3000$  dN, v praxi montážní napětí zjistíme tzv. poklepovou metodou či jiným způsobem.

Celý výraz  $(E \times \gamma \times F)/8$  je konstanta, jejíž hodnotu pro jednotlivé typy a průměry nosných lan najdeme např. v Technické příručce lesnické. Pokud tam požadované údaje chybí, je možno získat informace přímo od výrobce lana nebo vypočítat přibližně proměnnou  $F$  (na základě znalosti jmenovité pevnosti lana v kN při jmenovité pevnosti  $1 \text{ mm}^2$ ) a pak dosadí do výrazu  $(E \times \gamma \times F)/8$  a tento vypočítat.

Příklad: Chceme najít hodnotu  $F$  (plocha jmenovitého průřezu lana) a známe průměr lana (18 mm), typ lana (Seal, 114 drátků, drátěná duše). V tabulce 16.3. vyhledáme hodnotu jmenovité pevnosti uvažovaného lana v N (což je 253 000 N). Tuto hodnotu podělíme jmenovitou pevností  $1 \text{ mm}^2$  téhož lana (1700 N) a dostaneme  $142,9 \text{ mm}^2$ , což je plocha jmenovitého průřezu lana, avšak v jiných jednotkách než potřebujeme. Tuto hodnotu převedeme na  $cm^2$  ( $1,429 \text{ cm}^2$ ) a máme hodnotu  $F$ , kterou dále použijeme pro výpočet koeficientu  $(E \times \gamma \times F)/8$ . Koeficient se pak rovná  $2 100 \times 0,4 \times 1,429 = 150,045$ .

Vodorovnou délku daného pole lanovky ( $l$ ) máme uvedenou v informační tabulce. Jakou nejvyšší hmotnost břemene budeme lanovkou dopravovat, si můžeme zvolit sami, obvyklé je však uvažovat s břemenem  $Q = 1500 - 2000$  kg podle druhu nosného lana. Pro další výpočty si zvolíme  $Q = 1500$  kg. Celkovou vodorovnou délku lanovky ( $L$ ) dostaneme sečtením všech vodorovných délek jednotlivých polí lanovky od levého po pravý kotevní strom.

Typ lana	Průměr lana (mm)	Hmotnost 1 m lana (kg)	Jmenovitá pevnost lana (kN) při jmenovité pevnosti 1770 N/mm <sup>2</sup>
Seal 114 drátků s drátěnou duší	10	0,43	79,8
	11	0,51	95,6
	12	0,61	115
	13	0,72	135
	14	0,83	156
	16	1,09	204
	18	1,21	253
Seal Warington s textilní duší	12	0,55	100
	13	0,64	117
	14	0,75	135
	16	0,97	178
Seal Warington s drátěnou duší	12	0,6	116
	13	0,7	135
	14	0,82	158
	16	1,07	205
42 drátkové šestipramenné ocelová lana	14	0,55	103
	16	0,73	135
	18	0,92	171

Tab. 16.3. Parametry lan používaných u LDZ

**Příklad:** Máme lanový systém VLu 5, celá trasa se skládá z pěti polí. Známe:  $S_m = 3000$  dN, průměr nosného lana = 18 mm, nosné lano 42 drátové (ČSN 024320), celková vodorovná délka lanovky  $L = 320$  m, vodorovná délka pole č. 3 (nejdelšího)  $l_3 = 90$  m, zvolená hmotnost břemene  $Q = 1500$  kg. Z údajů o typu a průměru nosného lana zjistíme z literatury hodnotu koeficientu  $(E \times \gamma \times F)/8$ . Pro náš případ se koeficient rovná 112,1. Vypočítáme pravou stranu rovnice (viz vzorec č. 2), pro názornost si ji nazvěme P. Pak  $P = 1000 \times 112,1 \times (90 \times 1500^2/320) \Rightarrow P = 7,093 \times 10^{10}$ . Levou stranu rovnice řešíme tzv. metodou půlení intervalů. Protože víme, že hodnota pravé strany rovnice je větší než nula, můžeme tvrdit, že na levé straně rovnice platí vztah:

$S_{Q_{max}}^2 \times (S_{Q_{max}} - S_m) > 0$  a z toho plyne, že  $S_{Q_{max}}^2 > 0$  a zároveň  $S_{Q_{max}} - S_m > 0$ . Pak je jasné, že  $S_{Q_{max}} > S_m$ . Je-li  $S_m = 3000$ , pak  $S_{Q_{max}} > 3000$ . Tímto způsobem jsme získali levé (nižší) omezení intervalu, ve kterém budeme hledat hodnotu  $S_{Q_{max}}$ . Dále postupujeme tak, že dosazujeme do levé části rovnice za  $S_{Q_{max}}$  hodnoty z intervalu  $(3000 - \infty)$  tak dlouho, až se levá strana rovnice přibližně rovná straně pravé (rozdíl do 1). Při hodnocení mezivýsledků opravujeme hodnoty dosazené za  $S_{Q_{max}}$  takto. Je-li mezivýsledek nižší než P, zvýšíme hodnotu  $S_{Q_{max}}$ , a opačně. Jak jsme již vypočítali,  $P = 7,093 \times 10^{10}$ . Zkusíme dosadit za  $S_{Q_{max}}$  hodnotu 4000. Pak levá strana rovnice (nazvěme ji L) se rovná  $4000^2 \times (4000 - 3000) = 1,6 \times 10^{10}$ . Jak je vidět  $L < P$ , proto musíme dosadit za  $S_{Q_{max}}$  hodnotu větší než je 4000. Dosadíme tedy za  $S_{Q_{max}}$  hodnotu 6000, pak  $L = 6000^2 \times (6000 - 3000) = 10,8 \times 10^{10}$ , což je více, než P.

Musíme tedy hodnotu dosazovanou za  $S_{Q_{max}}$ , opět snížit, ale tato hodnota musí být zároveň vyšší než 4000. Necht'  $S_{Q_{max}} = 5000$ , pak  $L = 5000^2 \times (5000 - 3000) = 5,0 \times 10^{10}$ .  $L > P \Rightarrow S_{Q_{max}}$  musí být v intervalu od 5001 do 5999. Zvolíme  $S_{Q_{max}}$ , rovno 5400. Pak  $L = 5400^2 \times (5400 - 3000) = 6,99 \times 10^{10}$ , což je přibližně rovno P. Hledaná hodnota  $S_{Q_{max}}$  je 5400 dN.

**Určení  $S_Q$  pomocí tabulek.** Na základě vzorce č. 5 zkonstruoval Dressler (1962) pro provozní použití tabulky (tab. č. 16.4. a 16.5.), kde hodnotu  $S_{Qm}$  a  $f_{maxm}$  pro pole č. m zjistíme na základě znalosti šikmé délky pole č. m ( $l'_m$ ), šikmé délky celé lanovky ( $L'$ ), montážního napětí nosného lana ( $S_m$ ), dané hmotností břemene (1500 kg) a průměru nosného lana.

**Příklad:** Máme vícepolovou lanovku s šikmou délkou trasy ( $L'$ ) 440 m, šikmá délka polí  $l'_1 = 185$  m,  $l'_2 = 155$  m,  $l'_3 = 100$  m, montážní napětí ( $S_m$ ) zvolíme 3000 dN, průměr nosného lana je 18 mm, hodnoty uvedené v tabulce č. 16.4. platí jen pro dopravu břemene o hmotností 1500 kg. Chceme zjistit  $S_{Q1}$ , pro pole č. 1. Postup - najdeme odpovídající tabulku pro naše  $S_m$  a průměr nosného lana. Dále hledáme odpovídající řádek tabulky rovnající se přibližně podílu známých hodnot  $l'_1$  a  $L'$ .  $l'_1/L' = 185/440 = 1/2,3$  (tj. 0,42). V tabulce jsou řádky určené pro hodnoty  $l'/L' = 1/6$  (0,166),  $1/4$  (0,25),  $1/3$  (0,33),  $1/2$  (0,5),  $2/3$  (0,666). Našemu výsledku (0,42) je nejbližší řádek nadepsaný hodnotou  $1/2$  (0,5). V tomto řádku vyhledáme hodnotu  $S_{Q1}$ . V tabulce je uvedena úplně vpravo a označena v záhlaví

tabulky nápísem "Maximální napětí  $S_Q$  v kN". Pro náš případ se  $S_{Q1}$  pohybuje v rozpětí 62-65 kN (což si lze představit jako 6200-6500 dN).

Průhyby nosného lana - lano průměru 16 cm podle DRESSLERA, 1962, Q = 1500 kg									
Maximální napětí $S_M = 20$ KN	Rozpětí pole v m								Maximální napětí $S_Q$ v KN
$l/L$	25	50	75	100	125	150	175	200	
1/6	2,4	4,7	7,0	9,3	12,0				43
1/4	2,2	4,2	6,4	8,6	10,9	12,7	14,9	17,0	43 - 45
1/3	2,1	3,9	5,9	7,9	10,0	11,7	13,8	15,6	48 - 50
1/2	1,8	3,5	5,3	7,1	8,9	10,7	12,3	14,1	54 - 56
2/3	1,5	3,2	4,9	6,5	8,2	9,7	11,4	13,1	59 - 63
$S_M = 25$ KN	Rozpětí pole v m								$S_Q$ v KN
	25	50	75	100	125	150	175	200	
1/6	2,3	4,4	6,6	8,9	11,2				43
1/4	2,1	4,0	6,0	8,1	10,1	12,2	14,1	15,1	48 - 49
1/3	1,9	3,7	5,5	7,5	9,4	11,2	13,1	15,0	51 - 52
1/2	1,7	3,3	5,0	6,8	8,5	10,1	11,9	13,5	57 - 58
2/3	1,5	3,1	4,8	6,3	7,9				61
$S_M = 30$ KN	Rozpětí pole v m								$S_Q$ v KN
	25	50	75	100	125	150	175	200	
1/6	2,2	4,1	6,2	8,3	10,5				45
1/4	2,0	3,7	5,6	7,6	9,6	11,4	13,3	15,3	50 - 51
1/3	1,8	3,5	5,3	7,1	9,0	10,7	12,5	14,3	51 - 55
1/2	1,7	3,2	4,9	6,5	8,2	9,7	11,3	13,0	59 - 61
$S_M = 35$ KN	Rozpětí pole v m								$S_Q$ v KN
	25	50	75	100	125	150	175	200	
1/6	2,0	3,9	5,8	7,8	9,9				49
1/4	1,9	3,6	5,4	7,2	9,1	10,9	12,6	14,5	53 - 54
1/3	1,7	3,3	5,0	6,7	8,5	10,2	11,9	13,6	57 - 58

**Tab. 16.4. Maximální průhyby nosného lana ( $f_{max}$ ) a napětí v nosném laně ( $S_{Qmax}$ ) u vícepolových lanovek**

Průhyby nosného lana - lano průměru 18 cm podle DRESSLERA, 1962, Q = 1500 kg										
Maximální napětí $S_M = 25$ KN	Rozpětí pole v m									Maximální napětí $S_Q$ v KN
$l/L$	50	75	100	125	150	175	200	225	250	
1/6	4,2	6,3	8,5	10,7	12,5	14,7	16,9			45 - 47
1/4	3,9	5,7	7,7	9,6	11,4	13,4	15,4	17,2	19,3	50 - 52
1/3	3,5	5,3	7,1	8,9	10,6	12,5	14,3	16,0	18,0	54 - 56
1/2	3,2	4,8	6,4	8,1	9,6	11,2	12,8	14,3	16,1	60 - 63
2/3	2,9	4,3	5,9	7,4	8,8	10,3	11,8	13,2	14,9	65 - 68
$S_M = 30$ KN	Rozpětí pole v m									$S_Q$ v KN
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	
1/6	3,9	5,9	8,0	10,4	11,8	13,9	15,9	17,8	20,1	48 - 50
1/4	3,6	5,4	7,3	9,1	10,8	12,7	14,6	16,4	18,5	53 - 55
1/3	3,3	5,1	6,8	8,5	10,2	11,9	13,7	15,3	17,2	57 - 59
1/2	3,0	4,6	6,2	7,8	9,2	10,7	12,3	13,8	15,6	62 - 65
2/3	2,8	4,2	5,7	7,2	8,5	9,9	11,4	13,0	14,4	68 - 70
$S_M = 35$ KN	Rozpětí pole v m									$S_Q$ v KN
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	
1/6	3,7	5,6	7,6	9,5	11,2	13,1	15,1	16,9	19	51 - 53
1/4	3,4	5,2	7,0	8,8	10,2	12,0	13,5	15,5	17,5	55 - 58
1/3	3,2	4,8	6,5	8,2	9,7	11,4	13,1	14,5	16,5	59 - 61
1/2	2,9	4,4	5,9	7,4	8,8	10,3	11,8	13,2	14,9	63 - 68
$S_M = 40$ KN	Rozpětí pole v m									$S_Q$ v KN
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	
1/6	3,5	5,3	7,1	8,9	10,5	12,5	14,3	16,1	18,2	54 - 56
1/4	3,3	4,9	6,6	8,3	9,8	11,5	13,3	14,9	16,3	58 - 60
1/3	3,1	4,6	6,3	7,8	9,3	11,0	12,6	14,2	16,0	60 - 65
1/2	2,8	4,2	5,7	7,2	8,5	9,9	11,4	12,8	14,4	65 - 70

**Tab. 16.5. Maximální průhyby nosného lana ( $f_{max}$ ) a napětí v nosném laně ( $S_{Qmax}$ ) u vícepolových lanovek**

## Výpočet $S_Q$ u jednopolových lanovek

U jednopolových lanovek je hodnota  $S_{Qmax}$ , dána podílem jmenovité pevnosti nosného lana a požadovaného koeficientu bezpečnosti (koef. dovoleného namáhání), který se u lesních lanovek pohybuje v rozmezí 2,3-2,8 a je rovna hodnotě  $S_{Qdov}$ .

Příklad: Máme jednopolovou lanovku, která má nosné lano o průměru 18 mm typu Seal, 114 drátků s drátěnou duší. Víme, že jmenovitá pevnost tohoto lana je podle tabulek 253 000 N, což je jinak řečeno 25 300 dN. Podělíme-li tuto hodnotu koeficientem bezpečnosti o velikosti 2,5; dostaneme hledanou hodnotu  $S_{Qmax}$ : 10120 dN.

### 16.6.4. Určení $f_{max}$ (max. průhyb nosného lana)

Stejně jako při určování hodnoty  $S_Q$  se tento problém řeší různě podle toho, zda jde o lanovku jednopolovou či vícepolovou. Ani v tomto případě si neklademe za cíl uvést všechny možnosti řešení. Stejně tak neuvádíme genezi použitých vzorců. Případní zájemci mají k dispozici seznam literatury.

### Určení $f_{max}$ u vícepolových lanovek

Určení  $f_{max}$ , výpočet. Při řešení tohoto problému použijeme vzorec č. 3 publikovaný Schlaghamerským a Roškem (1964).

$$f_{maxm} = (g \times (l'_m)^2 / (8 \times S_{Qm})) + (Q \times l'_m / (4 \times S_{Qm})) \quad (3)$$

kde:  $f_{maxm}$ - maximální průhyb nosného lana uprostřed pole lanovky č. m (m)  
 $S_{Qm}$  - zvýšené napětí nosného lana lanovky (vlivem břemene), je-li vozík s břemenem uprostřed pole lanovky č. m (dN)  
 $l'_m$ - šikmá délka pole lanovky č. m (m)  
 $Q$  - zvolená hmotnost břemene (kg)  
 $g$  - hmotnost jednoho metru nosného lana (kg)

V tomto vzorci určuje jeho první část velikost průvěsu nosného lana zatíženého pouze vlastní vahou (tj. výraz  $g \times (l')^2/8 \times S_{Qm}$ ) a druhá část určuje velikost průhybu nosného lana zatíženého břemenem o hmotnosti  $Q$ . Protože hodnota  $f_{max}$ , nám určí pouze předpokládaný nejnižší bod nosného lana, připočítávají se k této hodnotě ještě 1,5-2 m, kterými vyjadřujeme délku úvazků a tloušťku čela kmene ( $F_{max} = f_{max} + 1,5-2$ ).

Z proměnných použitých ve vzorci č. 3 je nám neznámá jen hmotnost 1 m nosného lana ( $g$ ). Tuto hodnotu najdeme v technické dokumentaci lana nebo ji zjistíme dotazem u výrobce (příp. lano zvážíme). Hodnoty "g" pro některá lana užívaná v lesním hospodářství jsou v tabulce č. 16.3. Ostatní proměnné jsme si zvolili ( $Q$ ), zjistili z podélného profilu ( $l'_m$ ) nebo vypočetli ( $S_{Qm}$ ).

Příklad: Máme lanový systém Vlu 5, celá trasa se skládá ze tří průjezdných polí. Známe: zvolené montážní napětí  $S_m = 3000$  dN, průměr nosného lana = 18 mm, typ lana = Seal, 144 drátků, drátěná duše, celková vodorovná délka lanovky  $L = 320$  m, vodorovná délka pole č. 3 (nejdelšího)  $l_3 = 120$  m, šikmá délka pole č. 3  $l'_3 = 150$  m, zvolená hmotnost břemene  $Q = 1500$  kg, hmotnost 1 m nosného lana  $g = 1,21$  kg/m. Postup: známým způsobem vypočítáme  $S_{q3}$  v poli č. 3 (viz kap. 16.6.2.).  $F_{max}$  začínáme vždy počítat pro nejdelší pole, protože je jasné, že zde bude  $f_{max}$  největší. Budou-li velikosti dalších polí ( $l'$ ) podobné, lze hodnotu  $f_{max3}$  z pole č. 3 použít i pro ně.  $S_{Qmax}$  (lze to takto psát, protože pro naši lanovku bude v tomto poli  $S_Q$  maximální) = 6250 dN. Podle vzorce č. 3 pak  $f_{max3} = (1,21 \times 150^2/8 \times 6250) + (1500 \times 150/4 \times 6250) = 9,54$  m. Přičteme ještě 1,5 m na úvazky a čelo kmene a máme provozně využitelný výsledek.  $F_{max3} = 9,54 + 1,5 = 11,04$  m. Z toho plyne, že niveleta nosného lana v podélném profilu musí být ve středu pole č. 3 minimálně 11 m svisle nad povrchem terénu, což je v měřítku (1 : 500) 2,2 cm. Je-li tato podmínka splněna a je-li v této výšce později i zavěšeno nosné lano lanovky, je reálný předpoklad, že svazek kmenů přibližovaný touto lanovkou projede středem pole č. 3 bez problémů. Nutné je rovněž kontrolovat maximální výšku nivelety nosného lana nad terénem. Tato hodnota by neměla být větší o víc než o 2 m (4 mm v měřítku 1:500) oproti výšce minimální (tzn. ne více než 13 m nad zemí - 2,6 cm v měřítku 1:500).

**Určení  $f_{\max}$  pomocí tabulek.** Jak jsme se již zmínili dříve, lze některé potřebné hodnoty pro zhotovení projektu vícepolové lanovky zjistit i z tabulek vypracovaných Dresslerem (1962). Týká se to jak  $S_Q$ , tak také  $f_{\max}$ . Postup je stejný jako v případě hledání  $S_Q$ . Máme-li určený odpovídající řádek tabulky a tím také zjištěné  $S_Q$ , hledáme dále  $f_{\max}$ , podle jednotlivých sloupců. Sloupce jsou určeny šikmou délkou ( $l'$ ) zkoumaného pole (popis zní "Rozpětí pole v m") a nabízí hodnoty 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 m. Je-li délka zkoumaného pole rovna (nebo jen mírně odlišná) hodnotě uvedené v tabulce, použijeme pro určení  $f_{\max}$ , přímo tabulkovou hodnotu. Není-li tomu tak, interpolujeme hodnotu oběma směry pro sloupec nadepsaný hodnotou 100 m.

**Příklad:** Máme vícepolovou lanovku s šikmou délkou trasy ( $L'$ ) 440 m, šikmá délka poli  $l_1' = 185$  m,  $l_2' = 155$  m,  $l_3' = 100$  m, montážní napětí ( $S_m$ ) zvolíme 3000 dN, průměr nosného lana je 18 mm, hodnoty v tabulce uvedené platí jen pro dopravu břemene o hmotnosti 1500 kg. Chceme zjistit  $f_{\max 1}$ , pro pole č. 1. Postup - najdeme odpovídající tabulku pro naše  $S_m$  a průměr nosného lana. Dále hledáme odpovídající řádek tabulky rovnající se přibližně podílu známých hodnot  $l_1'$  a  $L'$ .  $l_1'/L' = 185/440 = 1/2,3$  (tj. 0,42). V tabulce jsou řádky určeny pro hodnoty  $l'/L' = 1/6$  (0,166),  $1/4$  (0,25),  $1/3$  (0,33),  $1/2$  (0,5),  $2/3$  (0,666). Našemu výsledku (0,42) je nejbližší řádek nadepsaný hodnotou  $1/2$  (0,5). Sloupec pro  $l' = 185$  m tabulka neobsahuje, budeme proto interpolovat z hodnoty sloupce  $l' = 100$  m. Tento sloupec má v našem řádku ( $1/2$ )  $f_{\max} = 6,2$  m. Vynásobíme-li tuto hodnotu setinou délky zkoumaného pole, tj. 1,85, dostaneme hledaný výsledek.  $f_{\max 1} = 6,2 \times 1,85 = 11,47$  m. Provozně využitelný výsledek pak je  $F_{\max} = 11,47 + 1,5 = 12,97$  m.

### Určení $f_{\max}$ u jednopolových lanovek

**Určení  $f_{\max}$  graficky.** Do podélného profilu terénu se zakreslenou niveletou nosného lana zakreslíme odhadem  $f_{\max}$  (samozejmě uprostřed pole). Poté do něj zakreslíme předpokládanou dráhu břemene po nosném laně určenou tímto  $f_{\max}$  (způsob znázornění dráhy nákladu na nosném laně, viz kapitola 16.6.5.). Pokud zjistíme, že námi navržené  $f_{\max}$ , vyhovuje, tzn., že křivka znázorňující dráhu břemene se neprotíná s terénem, a je na nejbližším místě od terénu vzdálená svisle pro polozávěs maximálně 1 metr (což je v měřítku 1:500 rovno 0,2 cm) a pro plný závěs minimálně na délku dopravovaných sortimentů 4 či 6 metrů, pak použijeme toto odhadnuté  $f_{\max}$ . Nesplňuje-li dráha břemene tyto podmínky, musíme odhadnuté  $f_{\max}$  upravit (zmenšit či zvětšit), znovu vynést dráhu břemene a zjistit, zda již podmínkám vyhovuje.

**Určení  $f_{\max}$  modelovou metodou (řetízku) - Horek a kol., 1991.** Do podélného profilu terénu zakreslíme předpokládanou polohu stožárových stromů (příp. věže lanovky či kotevního stromu). Papír s tímto náčrtem upevníme na rýsovací prkno, příp. stůl. Předpokládané body horního a dolního konce trasy spojíme řetízku, který prověsíme mezi ně. Řetízku upevníme pomocí připínáčků. Tužkou pak kreslíme křivku podél prověšeného řetízku a imitujeme tak dráhu pohybujícího se břemene. Kontrolujeme, zda při zvoleném průvěsu řetízku je dráha břemene nad podélným profilem terénu v celé jeho délce. Podle toho řetízku povolíme či předepneme, případně měníme polohu připínáčků - tj., modelově měníme polohu bodu horního či dolního konce lanovky. Vyhovuje-li křivka takto nakreslená všem podmínkám z odstavce "Určení  $f_{\max}$ , graficky", zjistíme uprostřed zkoumaného pole délku  $f_{\max}$ , (svislá vzdálenost mezi bodem na niveletě lana a bodem na křivce).

Délka pole - trasy (m)	lano Ø 16 cm	Q = 1000 kg	lano Ø 18 cm	Q = 1500 kg	lano Ø 20 cm	Q = 2000 kg
	SM (kN)	fmax	SM (kN)	fmax	SM (kN)	fmax
150	15	8	8	9	7	10
200	15	10	10	12	9	13
250	15	13	11	15	11	17
300	15	16	12	19	12	21
350	16	19	13	22	14	24
400	16	22	14	26	15	28
450	17	25	15	30	16	32
500	17	29	16	34	17	37

Tab. č. 16.6. Montážní napětí  $S_m$  a průhyb  $f_{\max}$  u tras na jednom poli

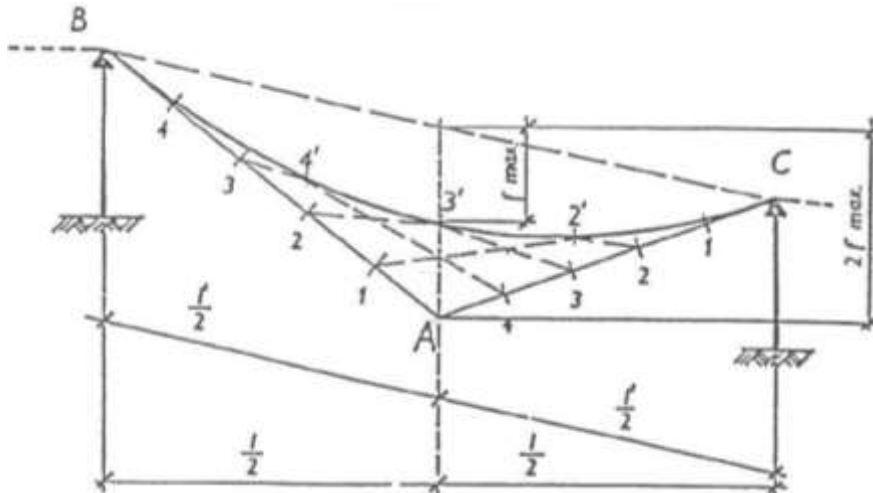
**Určení  $f_{\max}$  pomocí tabulek.** Pro úplnost uvedeme i tuto metodu, která však podle názorů pracovníků Výzkumné stanice ŠLP Křtiny nedává ve všech případech odpovídající výsledky. Na základě složitého



matematického vzorce, řešícího tento problém, sestavil Samset (1979) tabulku, ze které  $f_{\max}$  zjistíme (tab. č. 16.6.).

### 16.6.5. Grafické znázornění dráhy nákladu po nosném laně

Jsme-li na pochybách (velmi členitý terén), zda v kritickém místě daného pole náklad překoná terénní překážku, vyneseme dráhu (tvoří ji řetězovka jako matematicky definovaná křivka) zatíženého nosného lana graficky.



Obr. 16.71. Postup vynesení průhybu nosného lana metodou křivek obalových tangent

Uprostřed zkoumaného pole lanovky vyneseme na svislici dvojnásobný vypočítaný průvės  $f_{\max}$  a dostaneme trojúhelník ABC (obr. 16.71.). Strany AC a AB rozdělíme několikanásobným půlením na 4 nebo 8 dílů (čím více dílů, tím přesněji křivku určíme). Takto vzniklé body na úsečkách AC a AB očíslováme ve stejném směru (např. zprava doleva). Body se stejnými čísly spojíme. Středů vzniklých úseček (bráno zprava) 1'2', 2'3', 3'4' a 4'4' proložíme křivku, která určuje dráhu nosného lana, zatíženého pohybujícím se břemenem. Ve vzdálenosti 1,5-2 m (v měřítku) vedeme křivku, která sleduje dráhu nosného lana a dostaneme tak dráhu pohybujícího se čela nákladu. Zkontrolujeme, zda je čelo břemene v celé délce zkoumaného pole nad povrchem terénu. Není-li to tak, zvedneme podpěrné botky, případně např. snížíme hmotnost břemene.

### 16.6.6. Výpočet $Q_{\max}$ a $S_m$ u jednopoloých lanovek

Horek a kol. (1991) ve své práci popisují zcela nový způsob zjištění  $Q_{\max}$  a  $S_m$  u jednopoloých lanovek pomocí tabulek koeficientů.

Prvním krokem je zjištění maximálního průvėsu  $f_{\max}$ . V kapitole 16.6.3. je popsán způsob zjištění  $f_{\max}$  u jednopoloých lanovek graficky či pomocí řetízku. Způsob zjištění velikosti  $S_{Q_{\max}}$  u jednopoloých lanovek je popsán v kap. 16.6.2. Dalším krokem je výpočet montážního napětí  $S_m$  podle vzorce č. 4:

$$S_m = L' \times g \times k_q \quad (4)$$

kde:  $S_m$  - montážní napětí nosného lana v (dN)  
 $L'$  - šikmá délka nivelety nosného lana v (m)  
 $g$  - hmotnost 1 m nosného lana v (kg)  
 $k_q$  - koeficient z tabulky č. 16.7.

Vstupní data nutná při používání tabulek koeficientů:

$L$  - Vodorovná délka nivelety nosného lana mezi stožárovými botkami (příp. stožárovou botkou a kotevním stromem) v (m), zjistíme ji odměřením v podélném profilu  $h$  - výškový rozdíl (převýšení) mezi stožárovými botkami (příp. stožárovou botkou a kotevním stromem) v (m), zjistíme ji odměřením v podélném profilu  $o_{f_{\max}}$  - maximální průvėb nosného lana v (m).

Z těchto dat lze pak vypočítat hodnoty sloužící k Vyhledávání koeficientů v uvedených tabulkách (používáme interpolaci), tj. sklon svahu v % (vzorec č. 5) a průvės v % (vzorec č. 6).

$$\text{sklon svahu } V\% = h / L \times 100 \quad (5)$$

$$\text{průvės } V\% = f_{\max} / L \times 100 \quad (6)$$

Sklon svahu v %	Průvės nosného lana v %								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	2,55	2,14	1,85	1,64	1,48	1,35	1,24	1,16	1,08
10	2,61	2,2	1,91	1,69	1,53	1,4	1,29	1,2	1,13
20	2,69	2,28	1,98	1,76	1,59	1,46	1,35	1,26	1,18
30	2,8	2,37	2,05	1,64	1,66	1,53	1,41	1,32	1,24
40	2,92	2,47	2,16	1,93	1,74	1,6	1,48	1,39	1,31
50	3,05	2,59	2,26	2,02	1,83	1,68	1,56	1,46	1,37
60	3,2	2,72	2,38	2,12	1,93	1,77	1,64	1,53	1,44
70	3,36	2,86	2,5	2,23	2,02	1,86	1,72	1,61	1,52
80	3,54	3,01	2,63	2,35	2,13	1,95	1,81	1,69	1,59
90	3,72	3,16	2,76	2,46	2,23	2,05	1,9	1,78	1,67
100	3,91	3,32	2,9	2,59	2,34	2,15	1,99	1,86	1,75

**Tab. 16.7. Koeficienty  $k_q$  udávající napětí v nosném laně způsobené vlastní hmotností lana**

**Příklad:** Vstupní data:  $L' = 450$  m,  $L = 410$  m,  $g = 1,21$  kg,  $h = 205$  m,  $f_{\max} = 29$  m, lano Seal s drátěnou duší (průměr 18 mm, 114 drátků), jmenovitě pevnost lana 25300 dN, koeficient dovoleného namáhání lana ( $k$ ) 2,5. Hodnota sklonu svahu =  $205/410 \times 100 = 50\%$ . Hodnota průvėsu =  $29/410 \times 100 = 7\%$ . Tyto hodnoty určují v tabulce č. 5 koeficient  $k_q$   $k_q = 2,26$ . Pak  $S_m = 450 \times 1,21 \times 2,26 = 1231$  dN (12,3 kN).  $S_{Q_{\max}} = 25300/2,5 = 10100$  dN. Maximální hmotnost břemene, kterou můžeme touto lanovkou přepravovat, vypočítáme pomocí vzorce č. 7:

$$Q_{\max} = (S_{Q_{\max}} - S_m) / k_Q \quad (7)$$

kde:  $Q_{\max}$  - maximální hmotnost břemene (kg)  
 $S_{Q_{\max}}$  - zvýšené napětí nosného lana lanovky (vlivem břemene), je-li vozík s břemenem uprostřed pole lanovky (dN)  
 $S_m$  - montážní napětí nosného lana (dN)  
 $k_Q$  - koeficient z tabulky č. 16.8.

Hodnoty "sklon svahu" (50 %) a "průvės" (7 %) z předchozího výpočtu použijeme i pro hledání koeficientu  $k_Q$  z tabulky č. 16.8. Pak  $k_Q = 4,53$ .  $Q_{\max} = (10100 - 1231)/4,53 = 8869/4,53 = 1958$  kg.

Sklon svahu v %	Průvės nosného lana v %								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	5,13	4,29	3,72	3,31	2,97	2,7	2,49	2,33	2,18
10	5,25	4,4	3,63	3,4	3,08	2,8	2,59	2,42	2,27
20	5,41	4,56	3,98	3,55	3,19	2,93	2,71	2,54	2,38
30	5,61	4,74	4,15	3,63	3,35	3,05	2,85	2,65	2,51
40	5,85	4,95	4,33	3,86	3,49	3,22	2,99	2,78	2,61
50	6,12	5,2	4,53	4,05	3,68	3,38	3,12	2,94	2,76
60	6,42	5,46	4,77	4,27	3,87	3,54	3,29	3,09	2,91
70	6,75	5,73	5,01	4,49	4,06	3,73	3,46	3,23	3,05
80	7,07	6,02	5,27	4,71	4,27	3,92	3,62	3,39	3,21
90	7,45	6,34	5,55	4,94	4,49	4,11	3,82	3,56	3,36
100	7,81	6,66	5,82	5,18	4,7	4,31	4,01	3,73	3,5

**Tab. 16.8. Koeficienty  $k_Q$  udávající napětí v nosném laně způsobené břemenem**

### 16.6.7. Zjištění úhlu lomu nosného lana na podpěrných botkách

#### Zjištění úhlu lomu nivelety nosného lana na podpěrné botce

Maximální úhel lomu nosného lana je  $17^\circ$ , minimální úhel je  $1^\circ$  a optimální  $5^\circ - 8^\circ$ . Konkrétní úhel lomu nivelety nosného lana na jednotlivých podpěrných botkách zjistíme z rozdílu sklonů nivelety nosného lana dvou sousedních polí lanovky (údaj o sklonu pole je uvedený v 8. řádku informační tabulky podélného profilu).

$$\alpha_{mn} = \alpha_m - \alpha_n \quad (8)$$

kde:  $\alpha_{mn}$  - úhel lomu nivelety nosného lana mezi sousedními poli lanovky č. m a č. n ( $^\circ$ )  
 $\alpha_m$  - sklon nivelety nosného lana v poli č. m ( $^\circ$ )  
 $\alpha_n$  - sklon nivelety nosného lana v poli č. n ( $^\circ$ )

Sklon nivelety nosného lana (pole) lanovky je odchylka nivelety nosného lana ve vyšetřovaném poli od vodorovné roviny (ve stupních). Sklon nivelety nosného lana (pole) lanovky zjistíme úhломěrem či výpočtem podle vzorce č. 1. Pozor na znaménka označující směr sklonu pole, klesání  $\setminus = -$ , stoupání  $/ = +$ .

Pomůcka: někdy dojde k tomu, že projektant neví co od čeho odečítat. Jednoduchou pomůckou je pravidlo, že sklon pole, od kterého odečítáme, musí být větší než sklon pole odečítaného. To ovšem platí pouze pro pozitivní lom. Dá se též říci, že u polí se stejným znaménkem sklonu bereme hodnotu lomu nosného lana v absolutní hodnotě (bude vždy kladná), zatímco u polí s rozdílným znaménkem sklonu (především situace u první či poslední podpěry v trase) odečítáme menší hodnotu (tzn. zápornou) od větší.

Poznámka: v případě, že je v trase lanovky negativní lom nosného lana (viz kapitola 16.6.1.), lze zjistit úhel lomu také, je však nutné si podélný profil otočit vzhůru nohama a teprve pak použít všechny zde uvedené zásady. A nezapomeňte, že v tomto případě směřuje síla vyvozená z napětí v nosném laně vzhůru.

Příklad: Zjistíte úhel lomu nosného lana na podpěrné botce č. 1, ležící mezi poli č. 1 a č. 2, je-li vodorovná délka pole č. 1 ( $l_1$ ) = 50 m, šikmá délka pole č. 1 ( $l'_1$ ) = 60 m, pole stoupá zleva doprava (/), vodorovná délka pole č. 2 ( $l_2$ ) = 70 m, šikmá délka pole č. 2 ( $l'_2$ ) = 80 m a pole klesá zleva doprava (\). Šikmá délka pole je vzdálenost mezi sousedními podpěrnými botkami (příp. kotevním stromem a botkou), měřená po niveletě nosného lana. Vodorovná délka pole je vzdálenost mezi svislicemi vedenými v místech sousedních podpěrných botek (příp. kotevním stromem a botkou), měřená vodorovně.

a) změříme úhломěrem sklon polí č. 1 a č. 2 od vodorovné roviny a dostaneme následující hodnoty  $\alpha_1 = 31^\circ$ ,  $\alpha_2 = 29^\circ$ . V souladu s dohodou přidělíme příslušná znaménka směru klesání. Pak  $\alpha_1 = +31^\circ$ ,  $\alpha_2 = -29^\circ$ . Pak úhel lomu  $\alpha_{12} = \alpha_1 - \alpha_2 \Rightarrow \alpha_{12} = +31^\circ - (-29^\circ) \Rightarrow \alpha_{12} = +31^\circ + 29^\circ \Rightarrow 60^\circ$ .

b) sklony polí vypočteme podle vzorce č. 1. Pak  $\alpha_1 = 33,5^\circ$  a  $\alpha_2 = 28,9^\circ$ . Stejným postupem jako v předchozím případě zjistíme, že  $\alpha_{12} = 62,4^\circ$ . Odchylka jde z větší části na vrub nepřesnosti měření pomocí úhломěru.

Příklad: sklony dvou sousedních polí stýkajících se na podpěrné botce č. 2 jsou  $\alpha_2 = -28,9^\circ$  a  $\alpha_3 = -32^\circ$ . Zjistíte úhel lomu nosného lana na botce č. 2. Při pohledu na osu vedoucí od  $-\infty$  do  $+\infty$  zjistíme, že větší sklon je  $-28,9^\circ$ . Pak, dodržíme-li předchozí pomůcku, ( $\alpha_{23} = -28,9^\circ - (-32^\circ) \Rightarrow \alpha_{23} = -28,9^\circ + 32^\circ \Rightarrow \alpha_{23} = 3,1^\circ$ ). S použitím absolutní hodnoty lze počítat také takto:  $\alpha_{23} = -32^\circ - (-28,9^\circ) \Rightarrow \alpha_{23} = -3,1^\circ \Rightarrow \alpha_{23} = 3,1^\circ$ .

#### Zjištění úhlu lomu nosného lana na podpěrné botce, je-li vozík s břemenem uprostřed přilehlého pole lanovky

Pro tento případ neznáme zatím žádný vhodný matematický výraz, pomocí něhož by se dala tato situace popsat. Použijeme proto postupu jako u nezátíženého nosného lana idealizovaného niveletou

(viz kapitola 16.6.6.). Stejný problém nastává, je-li vozík s břemenem kdekoli mezi dvěma podpěrnými botkami, kromě situace, kdy je vozík s břemenem těsně před některou podpěrnou botkou.

### Zjištění úhlu lomu nosného lana na podpěrné botce, je-li vozík s břemenem těsně před podpěrnou botkou

V tomto případě použijeme vzorec publikovaný Dresslerem a Adámkem (1960):

**pro úhly ve stupních:**

$$\alpha^{vyp}_{mn} = (\alpha_m - \alpha_n) + \arctg (0,5 \times ((g \times (l'_m + l'_n) + 2 \times Q) / S_m)) \quad (9)$$

kde:  $\alpha^{vyp}_{mn}$  - úhel lomu nosného lana mezi sousedícími poli lanovky č. m a č. n (°)

$\alpha_m$  - sklon pole č. m (°)

$\alpha_n$  - sklon pole č. n (°)

$g$  - hmotnost jednoho metru nosného lana (kg)

$l'_m$  - šikmá délka pole lanovky č. m (m)

$l'_n$  - šikmá délka pole lanovky č. n (m)

$Q$  - zvolená hmotnost břemene (kg)

$S_m$  - montážní napětí nosného lana (dN)

**pro úhly v procentech:**

$$\alpha^{vyp}_{mn} = (\alpha_m - \alpha_n) + 50 \times ((g \times (l'_m + l'_n) + 2 \times Q) / S_m) \quad (9a)$$

kde:  $\alpha^{vyp}_{mn}$  - úhel lomu nosného lana mezi sousedícími poli lanovky č. m a č. n (%)

$\alpha_m$  - sklon pole č. m (%)

$\alpha_n$  - sklon pole č. n (%)

$g$  - hmotnost jednoho metru nosného lana (kg)

$l'_m$  - šikmá délka pole lanovky č. m (m)

$l'_n$  - šikmá délka pole lanovky č. n (m)

$Q$  - zvolená hmotnost břemene (kg)

$S_m$  - montážní napětí nosného lana (dN)

Poznámka: v případě, že jde o negativní lom nosného lana (viz kapitola 16.6.1.), je možné zjistit úhel lomu nosného lana podle vzorce č. 10:

**pro úhly ve stupních a negativní lom nosného lana**

$$\alpha^{vyp}_{mn} = \arctg (0,5 \times ((g \times (l'_m + l'_n) + 2 \times Q) / S_m)) - (\alpha_m - \alpha_n) \quad (10)$$

**kde:**  $\alpha^{vyp}_{mn}$  - úhel lomu nosného lana mezi sousedícími poli lanovky č. m a č. n (°)

$\alpha_m$  - sklon pole č. m (°)

$\alpha_n$  - sklon pole č. n (°)

$g$  - hmotnost jednoho metru nosného lana (kg)

$l'_m$  - šikmá délka pole lanovky č. m (m)

$l'_n$  - šikmá délka pole lanovky č. n (m)

$Q$  - zvolená hmotnost břemene (kg)

$S_m$  - montážní napětí nosného lana (dN)

Stejným způsobem jako v případě vzorce č. 9a bychom upravili vzorec č. 10 pro výpočet s úhly v procentech.

### 16.6.8. Zjištění síly působící na podpěrnou botku nosného lana

Celou tuto problematiku si můžeme rozdělit na tři případy:

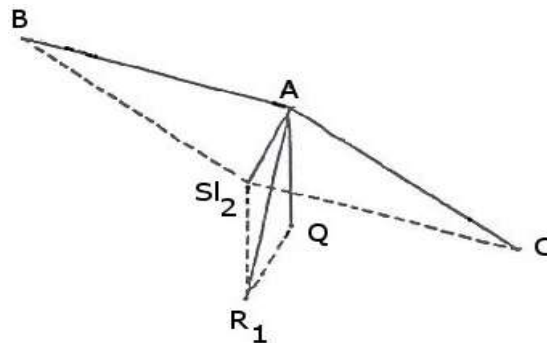
- vozík s břemenem je přímo na průjezdné podpěrné botce
- vozík s břemenem je uprostřed nejdelšího pole lanovky
- vozík s břemenem je těsně před průjezdnou podpěrnou botkou.

Vzhledem k tomu, že v prvním a třetím případě dostáváme téměř totožné výsledky, počítáme jen tu variantu, která je méně náročná (většinou první možnost a).

Podle toho, zda jde o průjezdnou či neprůjezdnou podpěrnou botku, můžeme pak počítat všechny tři možnosti (u průjezdných botek), nebo pouze možnost druhou - b (u neprůjezdných botek). Poté co získáme u každé průjezdné podpěrné botky tři výsledky, vybereme pro každou ten největší a počítáme s ním dále (viz kapitola 16.6.9., zjištění pevnosti - dimenzování - podpěrných stromů).

**Ad a) Vozík s břemenem je přímo na průjezdné botce č. m - na botce č. m působí síla  $R1_m$ .**

Tento případ lze zcela přesně vyřešit jen graficky (obr. 16.73), u průjezdných podpěrných botek. Postupujeme tak, že si přímo do podélného profilu (nebo na jeho kopii na zvláštním papíru) vyneseme na vyšetřovanou pole ( $l'm$ ,  $l'n$ ) lanovky ve zvoleném měřítku velikost montážního napětí nosného lana lanovky ( $S_m$ ). Vyšetřovaná pole spolu musejí sousedit a v jejich středu musí být průjezdná podpěrná botka č. m. Z bodů, získaných vnesením hodnoty montážního napětí ( $S_m$ ) ve zvoleném měřítku, zhotovíme rovnoběžník sil. Dostaneme sílu ( $S_2$ ), která nám v měřítku zobrazí směr a velikost síly, jakou působí na podpěrnou botku nosné lano. V dalším kroku spustíme z místa vyšetřované podpěrné botky svislici o velikosti (ve zvoleném měřítku) rovnající se hmotnosti vozíku s břemenem ( $Q$ ). Tyto dvě síly ( $S_2$ ,  $Q$ ) opět složíme rovnoběžníkem sil a získáme výslednou sílu  $R_1$ . Pravítkem změříme její velikost a převedeme pomocí měřítka do správné hodnoty, kterou zapíšeme do protokolu.



Obr. 16.72. Grafické zjištění velikosti síly působící na průjezdnou podpěrnou botku

**Příklad:** Na průjezdné podpěrné botce č. 2 se stýkají pole č. 2 a č. 3. Sklon pole č. 2 je  $-15^\circ$ , sklon pole č. 3 je  $-35^\circ$ . V měřítku  $1 \text{ cm} = 1000 \text{ dN}$  vyneseme ve směru od podpěrné botky (od bodu A, viz obr. č. 16.72.) na jednotlivá pole velikost rovnající se montážnímu napětí nosného lana lanovky,  $S_m = 3000 \text{ dN}$ . Získáme tedy 3 cm vlevo i vpravo od podpěrné botky body (B a C), z nichž sestrojíme rovnoběžník sil (z bodu C vedeme rovnoběžku s úsečkou AB a z bodu B vedeme rovnoběžku s úsečkou AC). V průsečíku těchto rovnoběžek se nachází bod  $S_2$ , který nám určuje směr působení a velikost síly způsobené montážním napětím v nosném laně ( $S_2 = 1050 \text{ dN}$ ). Z bodu A spustíme svislici o velikosti rovnající se hmotnosti vozíku s břemenem ( $Q = 1500 \text{ kg} = 1,5 \text{ cm}$ ). Získáme tak bod Q, který nám určuje směr působení a velikost síly způsobené hmotností vozíku s břemenem. Z bodu Q vedeme rovnoběžku s úsečkou  $AS_2$  a z bodu  $S_2$  vedeme rovnoběžku s úsečkou AQ. V průsečíku těchto rovnoběžek získáme bod  $R_1$ , který určuje směr a celkovou sílu působící na podpěrnou botku č. 2 ( $R_1 = 2500 \text{ dN}$ ).

**Ad b) Vozík s břemenem je uprostřed nejdelšího vodorovného pole lanovky - na botce č. m působí síla  $R2_m$ .**

Zjišťujeme, jaká síla působí na podpěrnou botku č. m, je-li vozík s břemenem uprostřed nejdelšího pole lanovky (toto pole nemusí s podpěrnou botkou přímo sousedit!!). Situaci řešíme početně podle vzorce č. 11:

$$R2_m = 2 \times S_{Qmax} \times \sin(\alpha_{mn} / 2) \quad (11)$$

kde:  $R2_m$ - síla působící na podpěrnou botku č. m, je-li vozík s břemenem uprostřed nejdelšího vodorovného pole lanovky v (dN)

$S_{Qmax}$  - zvýšené napětí nosného lana lanovky (vlivem břemene), je-li vozík s břemenem

uprostřed nejdelšího vodorovného pole lanovky v (dN)

$\alpha_{mn}$  - úhel lomu nivelety nosného lana mezi sousedními poli lanovky č. m a č. n v ( $^{\circ}$ )

**Příklad:** Zjistěte sílu působící na podpěrnou botku č. 4, je-li zvýšené napětí nosného lana lanovky (vlivem břemene nacházejícího se v nejdelším vodorovném poli lanovky)  $S_{Qmax} = 5600$  dN a úhel lomu nivelety nosného lana mezi poli č. 4 a č.5  $\alpha_{45} = 12^{\circ}$ . Podle vzorce č. 14 je tedy:

$$R_{24} = 2 \times 5600 \times \sin 12^{\circ} / 2 \Rightarrow 11200 \times \sin 6^{\circ} \Rightarrow 11200 \times 0,1045 \Rightarrow R_{24} = 1170 \text{ dN}$$

Vozík s břemenem je těsně před průjezdnou podpěrnou botkou č. m - na botku č. m působí síla  $R_{3m}$ . Tento případ může opět nastat v podstatě pouze u průjezdných podpěrných botek. Problém řešíme počteně podle vzorce č. 12:

$$R_{3m} = 2 \times S_m \times \sin (\alpha^{vp}_{mn} / 2) \quad (12)$$

kde:  $R_{3m}$ - síla působící na podpěrnou botku č. m,

je-li vozík s břemenem těsně před botkou č. m v (dN)

$S_m$  - montážní napětí nosného lana v (dN)

$\alpha^{vp}_{mn}$  - úhel lomu nosného lana mezi sousedními poli lanovky č. m a č. n ve ( $^{\circ}$ ),

je-li vozík s břemenem těsně před botkou č. m (vzorec č. 9)

Síly  $R_{1m}$ ,  $R_{2m}$ ,  $R_{3m}$  porovnáme a pro další výpočty (zjištění síly působící na podpěrné stromy) uvažujeme pak již jen s největší z nich  $\Rightarrow R_{max}$ .

### 16.6.9. Zjištění síly působící na podpěrné stromy

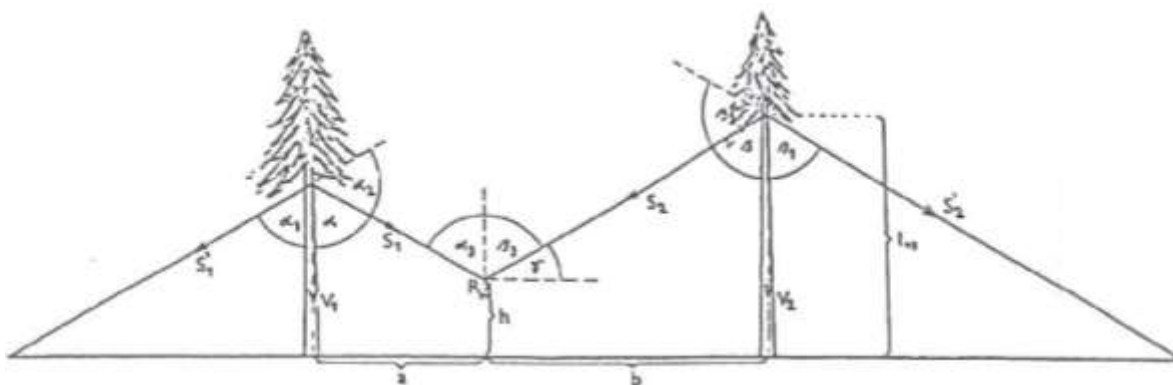
Problém je nutno posuzovat podle toho, o jaký typ montáže podpěrné botky jde. V tomto textu se zmíníme pouze o nejčastějších a také nejjednodušších montážích: montáž neprůjezdné botky přímo na podpěrný (stožárový) strom, montáž průjezdné podpěrné botky, zavěšené na tzv. montážní lano botky mezi dva podpěrné stromy (podpěra tvaru M) a montáž průjezdné podpěrné botky, zavěšené na příčném břevně mezi dva podpěrné stromy.

#### Zjištění síly působící na podpěrný strom (montáž neprůjezdné podpěrné botky přímo na stožárový strom)

V tomto případě se  $R_{max}$  (viz kapitola 16.6.7.) přímo přenáší do osy stožárového stromu (kde působí jako síla V). Pak  $V = R_{max}$ .

#### Zjištění síly působící na podpěrné stromy (montáž průjezdné podpěrné botky - podpěra tvaru M)

V případě, že úhly (obr. 16.73.)  $\alpha, \beta, \alpha_1, \beta_1, \alpha_3, \beta_3$ , jsou stejné (nejlépe v rozmezí  $45^{\circ} - 60^{\circ}$ ), pak platí, že síla působící do osy podpěrného stromu č. 1 ( $V_1$ ) se rovná síle působící do osy podpěrného stromu č. 2 ( $V_2$ ) a obě se rovnají  $R_{max}$ .  $V_1 = V_2 = R_{max}$ . Nedodrží-li se předchozí pravidlo, je nutno síly působící do jednotlivých podpěrných stromů zjistit. Nejjednodušeji to můžeme udělat graficky podle obr. č. 16.73.



Obr. 16.73. Síly a úhly ovlivňující dimenzování podpěry tvaru M  
popis symbolů viz vzorce 13, 14, 19



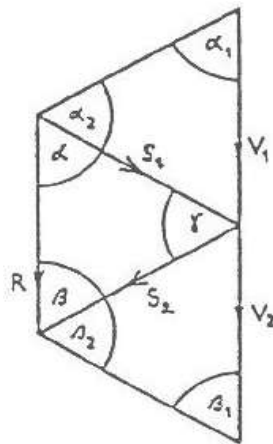
**Poznámka:** důvody, proč je vhodné dodržovat pravidlo, že úhly  $\alpha, \beta, \alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$ , by měly mít hodnotu  $45^\circ - 60^\circ$ , jsou následující: je-li hodnota těchto úhlů menší než  $45^\circ$ , je nutné připevnit kotevní úvazky podpěry příliš vysoko na podpěrné stromy (a podpěrné stromy toto zatížení neudrží), jsou-li naopak hodnoty úhlů větší než  $60^\circ$ , vzrůstá napětí v montážním laně botky nad jeho jmenovitou pevnost.

**Příklad:** Z obr. 16.74. je patrné, že platí vztah:

$$\sin \gamma / R_{max} = \sin \alpha / S_2 = \sin \beta / S_1 \quad (16)$$

kde:  $\alpha, \beta, \gamma$ - úhly v obr. 16.74. ( $^\circ$ )  
 $R_{max}$  - největší síla, která působí na příslušnou podpěrnou botku (dN)  
 $S_{1,2}$  - napětí v montážním laně botky (dN)

Je-li  $\alpha, \beta = 60^\circ$ , tak  $\gamma = 180 - (60 + 60) = 60^\circ$  a  $\Rightarrow S_{1,2} = R_{max}$ . Je-li však  $\alpha, \beta = 70^\circ$ , pak  $\gamma = 180 - (70 + 70) = 40^\circ$  a  $\Rightarrow S_{1,2} = 1,46 \times R_{max}$ .



**Obr. 16.74. Schéma skládání sil, je-li podpěra tvaru M**  
 popis symbolů viz vzorec 13

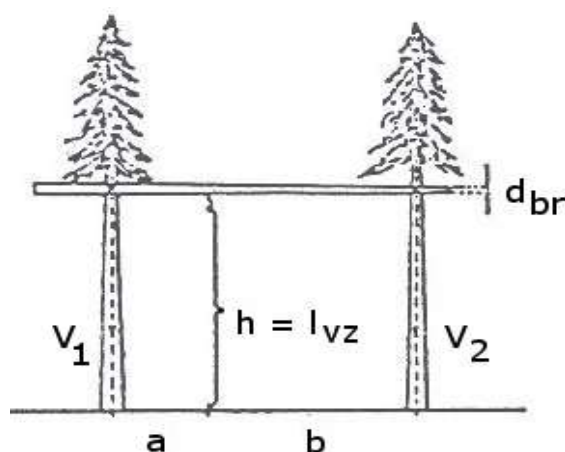
### Zjištění síly působící na podpěrné stromy (montáž průjezdné podpěrné botky - příčné břevno)

Síla  $R_{max}$  se zde rozkládá nepřímo úměrně vzdálenosti podpěrné botky od podpěrných stromů. Sílu působící do jednotlivých podpěrných stromů pak zjistíme výpočtem podle vzorce č. 14 a č. 15 (obr. 16.75.).

$$V_1 = R_{max} \times b / (a+b) \quad (14)$$

$$V_2 = R_{max} \times a / (a+b) \quad (15)$$

kde:  $V_{1,2}$  - osové síly působící na podpěrné stromy č. 1 a č. 2 (dN)  
 $R_{max}$  - největší síla, která působí na příslušnou podpěrnou botku (dN)  
 $a$  - vzdálenost podpěrného stromu č. 1 od podpěrné botky, měřená po spojnici podpěrných stromů (m)  
 $b$  - vzdálenost podpěrného stromu č. 2 od podpěrné botky, měřená po spojnici podpěrných stromů (m)



Obr. 16.75. Podpěra tvaru příčného břevna  
popis symbolů viz vzorce 14, 16, 19

**Příklad:** Máme  $R_{\max} = 2000$  dN,  $a = 2$  m,  $b = 3$  m. Pak  $V_1 = 2000 \times 3/5 = 1200$  dN a  $V_2 = 2000 \times 2/5 = 800$  dN. Jak je vidět, na ten podpěrný strom, který je blíže botce, působí větší osová síla.

Abychom věděli, jaké má mít příčné břevno rozměry, aby udrželo sílu na ně působící, je nutné zjistit minimální průměr příčného břevna na tenkém konci. Je-li např.  $V_1 < V_2$ , připevníme břevno tenkým koncem na levý podpěrný strom. Pro výpočet průměru příčného břevna na tenkém konci použijeme vzorec č. 16:

$$d_{br} = \{(2,5 \times V_{\min} \times (a + b)) / 10^6\}^{1/3} \quad (16)$$

kde:  $d_{br}$  - průměr příčného břevna na tenkém konci (m)

$V_{\min}$  - ta osová síla, která je z hodnot  $V_1$  a  $V_2$  menší, (dN)

$a$  - vzdálenost podpěrného stromu č. 1 od podpěrné botky, měřená po spojnici podpěrných stromů (m)

$b$  - vzdálenost podpěrného stromu č. 2 od podpěrné botky, měřená po spojnici podpěrných stromů (m)

### 16.6.10. Zjištění pevnosti podpěrných stromů

Známe-li sílu  $V$ , působící do osy známého podpěrného stromu (strom je určen  $d_{1,3}$  a sbíhavostí), a výšku upevnění kotevního úvazku podpěry na podpěrný strom, můžeme vypočítat pomocí vzorce č. 17, zda strom toto zatížení vydrží. Považujeme přitom podpěrný strom za jednostranně vetknutý sloup (prut), který dimenzujeme na pevnost vzpěrnou (viz Bartoš, Technická mechanika, 1981, str. 55). Použijeme Eulerův vzorec (vzorec č. 17), který mírně zjednodušíme a upravíme tak, abychom zjišťovali, jakou tloušťku v místě upevnění kotevního úvazku podpěry musí mít podpěrný strom, aby odolal zatížení osovou silou  $V$ .

$$d_{vyp} = ((800 \times V \times n \times l_{vz}^2) / (\pi^2 \times E))^{1/4} \quad (17)$$

kde:  $d_{vyp}$  – požadovaná tloušťka podpěrného stromu v místě upevnění kotevního úvazku podpěry (m)

$V$  - osová síla působící na podpěrný strom (dN)

$n$  - míra bezpečnosti = 3

$l_{vz}$  - výška upevnění kotevního úvazku podpěry nad zemí (m)

$\pi$  - Ludolfovo číslo (3,14)

$E$  - modul pružnosti dřeva =  $10^{10}$  (Pa)

**Příklad:** Máme  $V = 2000$  dN,  $l_{vz} = 8$  m (výpočet viz vzorce č. 19, 19a). Vypočítáme horní stranu zlomku:  $800 \times 2000 \times 3 \times 8^2 = 3,072 \times 10^8$ . Spodní strana zlomku:  $3,14^2 \times 10^{10} = 9,8696 \times 10^{10}$ . Podíl je  $3,1125 \times 10^{-3}$ . Čtvrtá odmocnina z tohoto čísla je 0,236 m =  $d_{vyp}$ . Osově síle 2000 dN, působící na podpěrný strom, odolá strom, který má ve výšce 8 m nad zemí průměr 24 cm. Předpokládáme-li průměrnou sbíhavost stromů 1 cm tloušťky na 1 m délky, pak musí mít tento strom podle vzorce č. 18 průměr v  $d_{1,3} = 0,24 + ((8 - 1,3) / 100) = 0,31$  m. Porovnáme-li tento průměr ( $d_{1,3 \text{ vyp}}$ ) se skutečným

průměrem námi navrženého podpěrného stromu (viz údaje zjištěné venkovním měřením a zachycené v polním zápisníku), můžeme posoudit, zda navržený podpěrný strom vyhovuje, či nikoliv.

$$d_{1,3vyp} = d_{vyp} + (l_{vz} - 1,3) / 100 \quad (18)$$

kde:  $d_{1,3vyp}$  – požadovaná tloušťka podpěrného stromu ve výšce 1,3 m nad zemí (m)  
 $d_{vyp}$  – požadovaná tloušťka podpěrného stromu v místě upevnění kotevního úvazku (m)  
 $l_{vz}$  – výška upevnění kotevního úvazku podpěry nad zemí (m)

Vypočtenou tloušťku  $d_{1,3vyp}$  pak porovnáme s výčetní tloušťkou v terénu vybraných podpěrných stromů ( $d_{1,3}$ ). Je-li  $d_{1,3} > d_{1,3vyp}$  pak je vše v pořádku a vybraný podpěrný strom zatížení udrží. Je-li však  $d_{1,3} < d_{1,3vyp}$  pak musíme snížením výšky podpěrné botky (h) snížit  $l_{vz}$  a znovu vypočítat  $d_{1,3vyp}$ , či navrhnout podpěru typu příčné břevno.

**Výpočet výšky upevnění kotevního úvazku podpěry nad zemí -  $l_{vz}$ :** Jak je vidět z obr. 16.75., lze pro výpočet  $l_{vz}$  u podpěry typu M (má-li spojnice bází podpěrných stromů nulový sklon) použít vzorce č. 19, 19a, 20 a 20a:

$$l_{vzL} = h + (a \times \operatorname{tg} \gamma) \quad (19)$$

$$l_{vzP} = h + (b \times \operatorname{tg} \gamma) \quad (19a)$$

$$\gamma = 90 - \alpha_3 \quad (20)$$

$$\gamma = 90 - \beta_3 \quad (20a)$$

kde:  $l_{vzL}$  - výška upevnění kotevního úvazku podpěry na levém podpěrném stromě (m)  
 $l_{vzP}$  - výška upevnění kotevního úvazku podpěry na pravém podpěrném stromě (m)  
 $h$  - výška příslušné podpěrné botky nad zemí (m)  
 $a$  - vzdálenost levého podpěrného stromu od podpěrné botky, měřená po spojnici podpěrných stromů (m)  
 $b$  - vzdálenost pravého podpěrného stromu od podpěrné botky, měřená po spojnici podpěrných stromů (m)  
 $\gamma$  - úhel od montážního lana botky k vodorovné rovině (°)  
 $\alpha_3, \beta_3$  - úhly v obr. 16.74. (°)

**Příklad:** Výška podpěrné botky č. 3 (h) je 7,5 m nad zemí. Úhly ( $\alpha, \beta, \alpha_1, \beta_1, \alpha_3, \beta_3$ , - obr. 16.74.) jsme zvolili 60° (pak se úhel  $\gamma$  rovná 30°), vzdálenost (a) levého podpěrného stromu od podpěrné botky je 3,5 m. Pak  $l_{vzL} = 7,5 + (3,5 \times \operatorname{tg} 60^\circ) \Rightarrow 7,5 + (3,5 \times 0,577) \Rightarrow 7,5 + 2,02 = 9,52$  m.

**Poznámka:** Předpokládáme-li, že síla způsobená napětím v nosném laně ( $SI_m$ ) působí na průjezdnou podpěrnou botku a tudíž ve stejném směru jako síla způsobená hmotností břemen (Q), lze pro zjištění požadovaného průměru podpěrného stromu v  $d_{1,3}$  použít tabulku č. 16.9. Ve všech ostatních případech, které nekorespondují s výše uvedeným předpokladem, se však dopouštíme určité chyby.

SI + Q (kN)	$l_{vz}$ (m)					
	5	6	8	10	12	15
10	15	17	20	23	26	30
20	17	19	23	26	30	34
30	19	22	25	29	33	36
40	20	23	27	31	34	39
50	21	25	28	32	36	41
70		26	30	35	39	44
100		31	33	38	42	47

**Tab. 16.9. Požadovaná tloušťka podpěrného stromu v  $d_{1,3}$  v závislosti na vertikální síle ( $SI_m + Q$ ) a výšce upevnění montážního úvazku ( $l_{vz}$ )**

### 16.6.11. Zjištění pevnosti kotvení

#### Zjištění pevnosti kotevních stromů

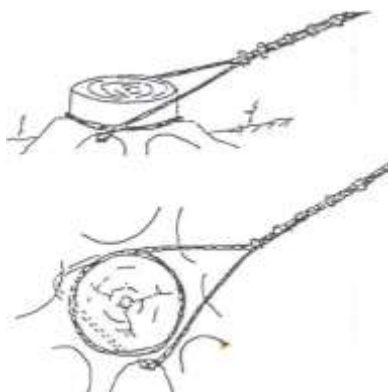
Použijeme vzorec č. 21 publikovaný Pestalem (1961):

$$d_0 = (S_{Qmax} \times 3 / 10^5)^{1/2} \quad (21)$$

kde:  $d_0$  - tloušťka kotevního stromu u země (m)

$S_{Qmax}$  - zvýšené napětí nosného lana lanovky (vlivem břemene), je-li vozík s břemenem uprostřed nejdelšího vodorovného pole lanovky (dN)

Příklad: Vypočítali jsme, že  $S_{Qmax} = 5500$  dN, kotevní stromy (SM a BK) mají ve výšce 1,3 m tloušťku 0,45 m a 0,39 m. Pak  $d_0 = (5500 \times 3 / 10^5)^{1/2} \Rightarrow (16500 / 10^5)^{1/2} \Rightarrow 0,165^{1/2} \Rightarrow 0,41$  m. Porovnáním  $d_0$  se skutečnými dimenzemi kotevních stromů (u SM připočítáme cca 10 cm a u BK cca 5 cm k  $d_{1,3}$ ) zjistíme, že oba kotevní stromy vyhovují (obr. 16.76.).



jištění provléknutím lana pod kořenovým náběhem

**Obr. 16.76. Kotvení na zdravý pařez**

Podobného výsledku lze dosáhnout pomocí tabulky č. 16.10.:

Tloušťka stromu v $d_{1,3}$ (m)	Maximální tažná síla v kotevním laně v (dN), zdravé stromy, normální půdní podmínky	Maximální tažná síla v kotevním laně v (dN), zdravé stromy, optimální půdní podmínky
0,1	300	500
0,2	1 300	2 000
0,3	3 000	4 500
0,4	5 300	8 000
0,5	8 300	12 500
0,6	12 000	18 000

**Tab. 16.10. Pevnost kotvení v závislosti na tloušťce stromu a půdních podmínkách**

#### Zjištění pevnosti umělých kotev

Nosné lano se může kotvit, není-li k dispozici vhodný strom, na výřez kmene uložený příčně na osu lana do země. Hovoří se o kotvení na "mrtvého muže". Pro lanovku o nosnosti 1500 dN musí být výřez tlustý nejméně 35 cm, dlouhý 3 m a zapuštěný 1,6 m hluboko do země, přičemž při kotvení nosného lana do protispádu je nutno výřez zakotvit ještě hlouběji. Pro určení délky a průměru výřezu v závislosti na velikosti  $S_{Qmax}$  v nosném laně lze využít tabulku č. 16.11.

Osová síla v laně v kN	Tloušťka výřezu v m	Délka výřezu v m
10	16	2
30	22	2
52	32	4
100	40	4
150	50	5

**Tab. 16.11. Délka a tloušťka výřezu použitého jako zemní kotva v závislosti na osově síle v laně**

### 16.6.12. Shrnutí problematiky projektování lanových dopravních zařízení

**Zpracování projektu LDZ** je pracnou a na odbornost náročnou záležitostí, jak ostatně vyplývá z výše uvedených subkapitol 16.6.1. až 16.6.11., ve kterých je podán úplný postup zpracování projektu LDZ, pomocí kterého lze exaktně stanovit všechny potřebné údaje a parametry projektovaného LDZ.

Je však třeba konstatovat, že v **běžné provozní praxi** zkušený **lanovkáři postupují** při přípravě stavby LDZ **zjednodušeně** s využitím zkušeností či různých pomůcek, tabulek a nomogramů. Navíc se výrobci LDZ v posledních letech snaží o takové konstrukce zařízení, které by potřebné výpočty redukovaly na nezbytné minimum (např. motorické vypínání nosného lana zajišťuje jeho konstantní napnutí a proto není již třeba montážní napětí počítat). Návody na výpočty v projektech LDZ, potřebné vzorce, tabulky, grafy a nomogramy, i příklady výpočtů lze nalézt v příručkách pro lanovkáře, nebo ve specializované literatuře. Je ovšem taktéž třeba zdůraznit, že **LDZ nelze zodpovědně instalovat bez potřebné přípravy** (vyplývá to mj. i z povinností pro přípravu výroby obecně určených nařízením vlády č. 339/2017 Sb.). LDZ musí být instalováno s vysokou mírou jistoty, že při jeho provozu nedojde k překročení namáhání jeho součástí včetně podpěr a kotev, že trasa lanovky bude vedena v optimálním směru a bude vhodně napojena na lesní komunikace, atd. Proto i pro zkušené lanovkáře, jimž je jimi používané LDZ zajisté důvěrně známo, je nutností vytrasovat v porostu trasu budoucí lanovky, posoudit její průběh i z pohledu podélného profilu, zvolit počet polí, kotevní body, podpory, apod. Velmi důležité je (a to i v případě stavby LDZ dle vypracovaného úplného projektu), aby po instalaci LDZ před započítáním jejího provozování byla provedena vizuální a dle možnosti i instrumentální kontrola parametrů (průběh lan, stav kotev, botek, napětí v lanech).

Projektování lanových dopravních zařízení je činností vysoce odbornou, časově náročnou, avšak pro bezpečné provozování LDZ zároveň bezpodmínečně nutnou (a to alespoň ve své zjednodušené podobě).

### 16.7. Lanová dopravní zařízení soudobé tuzemské produkce

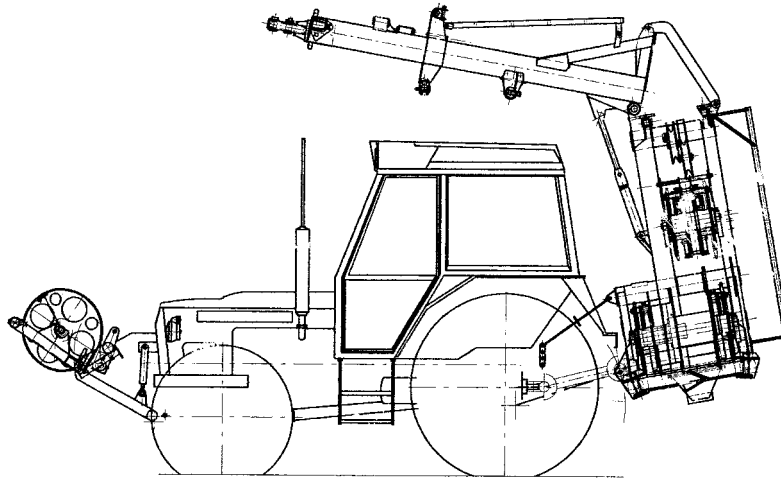
V současné době je jediným výrobcem lesních lanovek v ČR Výzkumná stanice Křtiny, která je od roku 1990 součástí Školního lesního podniku Masarykův les Křtiny, tj. je organizační součástí Mendelovy univerzity v Brně. Problematika výzkumu lesních lanovek má na tomto pracovišti bohatou a dlouhodobou tradici, neboť lanovky jsou zde výzkumně řešeny již od 50. let 20. století. Po roce 1990 ovšem došlo ke zformování činnosti VS Křtiny tak, že k výzkumné činnosti byl přiřazen i vývoj, výroba a prodej strojů. V portfoliu výrobků VS Křtiny se nosným programem stalo lanovkové soustřeďování dříví.

Od devadesátých let zde dosud byla vyvinuta a vyráběna tato lanová dopravní zařízení:

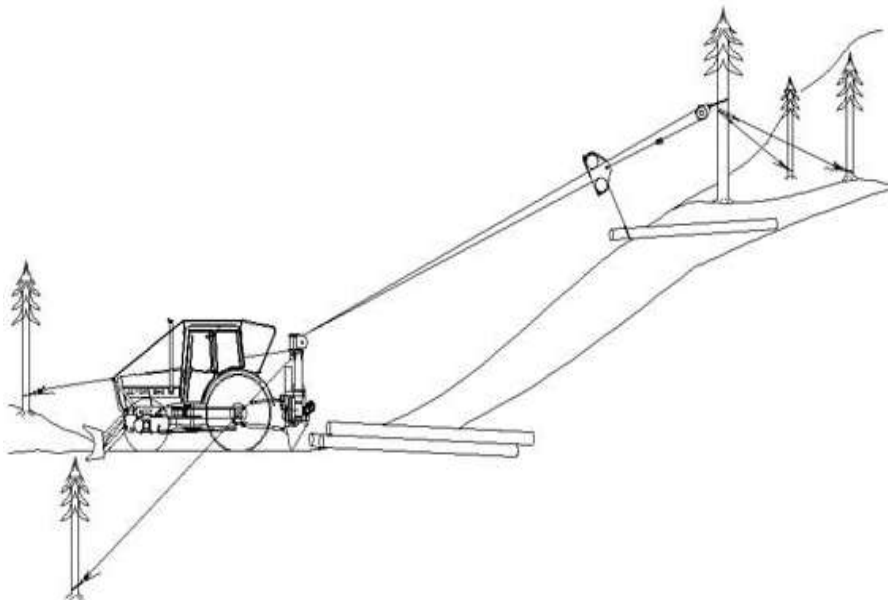
**Stožárový lanový systém LS 2-500** (1991), čtyři bubny, nosnost 2000 kg, délka trasy 500 m, motorické napínání nosného lana.

**Malá lesní lanovka Alpmobil** (1992), pracovní ústrojí v ocelovém obalu tvaru člunu, zabudován dvoububnový naviják, s tažnou silou 17 kN, kapacita lana  $\varnothing$  8 mm 180 m, lana z obalu vyvedena protisměrně, což umožňuje vlastní přesun stroje po terénu, vhodný do předmýtních těžeb a pro svazkování dříví k trasám lesních lanovek.

**Věžová lanovka Larix 550** (1996), určena pro dopravu dříví proti svahu, po svahu i po rovině, v polozávěsu, event. celozávěsu. Pohonnou i přepravní jednotkou lanovky je zemědělský traktor, na kterém je kompletní nástavba lanovky zavěšena na zadním a předním tříbodovém závěsu traktoru. Systém je pětilanový a sestává z nosného, oběžného, zvedacího, pomocného a montážního lana. Díky systému oběžného lana odpadá brzdění lana vratného a s tím související ztráty energie. Dosah lanovky 500 m, nosnost 2000 kg. Mechanický pohon, motorické napínání nosného lana. Oběžné lano sestaveno z úseků rozdílné délky, z nichž lze sestavit délku trasy od 100 do 550 m. Pomocné lano je při stavbě lanovky používáno jako montážní, při provozu pak pro motorické vysouvání vyklizovacího lana z lanového vozíku. Řízena počítačem, ovládána povelovou radiostanicí.



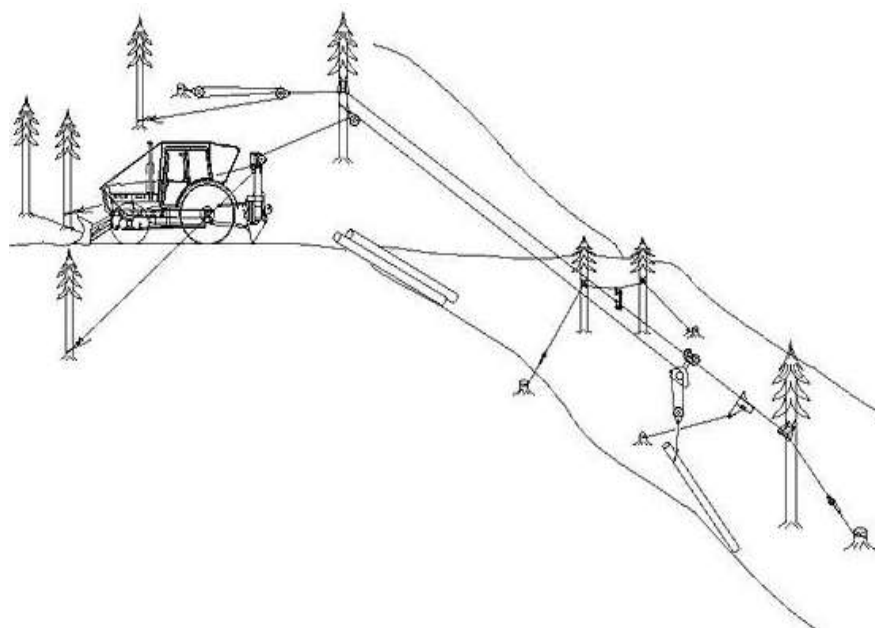
Obr. 16.77 Lesní lanovka Larix 550



Obr. 16.78. Larix Kombi jako lanový systém s tažným a vratným lanem

**Lanový systém Larix Kombi** (1998), univerzální traktorový lanový systém, tvořen dvoububnovým velkokapacitním navijákem s mechanickým pohonem, spojen s přibližovacím štítem a věží. Nesen na tříbodovém závěsu traktoru. Může pracovat i jako přibližovací traktor s lesnickou nástavbou, lze postavit i lanový systém s tažným a vratným lanem, s dosahem 220 m, případně s nosným a tažným lanem s dosahem do 270 m. V roce 2005 dovybaven hydraulicky napínaným nosným lanem a hydraulicky sklopnou věží – typ **Larix Kombi H**. Tím lze získat lanový systém s nosným, tažným, vratným a montážním lanem, s věží o výšce 6 m, dosahem 350 m a nosností 2000 kg.





Obr. 16.79. Larix Kombi s nosným a tažným lanem doprava dříví proti svahu

**Věžová lesní lanovka Larix 3T** (1999), navázala na předchozí typ Larix 3T. Určena pro dopravu dříví proti svahu, po svahu i po rovině, v polozávěsu, event. celozávěsu. Pohonnou i přepravní jednotkou lanovky je zemědělský traktor, na kterém je kompletní nástavba lanovky zavěšena na zadním a předním tříbodovém závěsu traktoru. Systém je pětilanový a sestává z nosného, oběžného, zvedacího, pomocného a montážního lana. Vysoká terénní dostupnost traktoru s nesenou nástavbou. Univerzální lanový systém pro všechny tvary terénu a směry přibližování. Díky systému oběžného lana odpadá brzdění lana vratného a s tím související ztráty energie. Radiové ovládání ze dvou různých míst včetně zálohového ovládání kabelového. Cílová automatika s paměťovými povely pro prázdnou a plnou jízdu lanového vozíku.

#### Standardní výbava:

- nosné lano 650 m Ø 18 mm
- oběžné lano 1 700 m Ø 12,5 mm
- zvedací lano 200 m Ø 12,5 mm
- pomocné lano 650 m Ø 6 mm
- montážní lano 1 100 m Ø 8 mm polypropylen
- mechanický vozík KOS-31.

#### Základní technické údaje:

Nosnost 3 000 kg

Tažná síla/rychlost – nosné lano 50 kN / 2,2 m.s<sup>-1</sup>

Tažná síla/rychlost – oběžné lano s nákladem 26 kN / 2,1 m.s<sup>-1</sup>

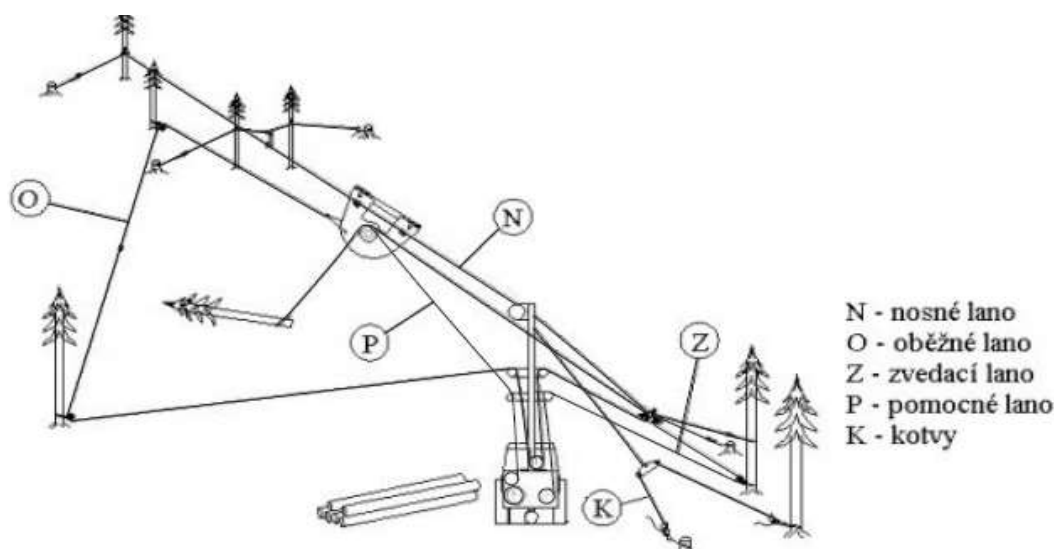
Tažná síla/rychlost – oběžné lano bez nákladu 10 kN / 5 m.s<sup>-1</sup>

Tažná síla/rychlost – zvedací lano 28 kN / 1,5 m.s<sup>-1</sup>

Výška věže 6,4 m

Hmotnost – navijáky + věž 2 500 kg

Hmotnost – bubny s oběžným lanem 1 300 kg



Obr. 16.80. Schéma lesní lanovky Larix 3T

**Stožárové lanovky Larix Hydro 1** (2001) na podvozku Tatra 815 a **Larix Hydro 2** (2002) na samostatném přívěsu. Nástavbu lesní lanovky – věžový naviják včetně stacionárního motoru lze zabudovat buď na plošinu terénního nákladního automobilu, nebo je nesen na třibodovém závěsu traktoru min. 70 kW a poháněn od jeho vývodového hřídele. Klasická koncepce s tažným, vratným, nosným, pomocným a montážním lanem. Pomocné lano zajišťuje vysunování tažného lana z vozíku (Larix Hydro 1) nebo vysunování tažného lana zajišťuje motorový lanový vozík (Larix Hydro 2). Hydrostatický pohon bubnů zaručuje synchronizaci otáčení tažného a vratného bubnu a odpadá brzdění vratného lana při přibližování po svahu. Řízen počítačem, ovládán rádiem. Výška věže 11 m.

**Rychlomontážní věžová lanovka Larix Lamako** (2008), určená pro menší koncentrace těžeb (Lamako = lanovka malých koncentrací). Nesena na třibodovém závěsu traktoru Zetor 115 Forterra nebo podobného typu. Koncepcí je třílanový systém, osmimetrový stožár, nosné, tažné, vratné lano. Dosah 500 m, tažná síla 27 kN. Mechanický pohon. Počítačově řízena, ovládána rádiem. Je efektivní již pro koncentrace 0,5 m<sup>3</sup>/1 m trasy lanovky. Nově (2013) vyvinuta další verze **Larix Lamako P**, která je nesena na samostatném přívěsu a poháněna je vlastním stacionárním motorem.

**Lanovka s hydrostatickými pohony Larix H3-650**, dosah 650 m, nosnost 3000 kg, univerzální – po a proti svahu, po rovině. Klasická koncepce: věžový naviják, s nosným, tažným, vratným a montážním lanem. Naviják umístěn na přívěsu, taženém traktorem nebo nákladním automobilem, pohon stacionárním motorem 93 kW. Samočinná regulace práce bubnů poháněných hydromotory. Tažné i vratné lano pracují s rekuperací brzděného výkonu. Cílová automatika s programovatelnou rychlostí.

Typ	Popis	Min. koncentrace dříví na trase (m <sup>3</sup> /bm *)	Doba montáže/demontáže (h) *
Larix Kombi	2 lanový systém, dosah 200 m, tažná síla 37 kN	0,5	2/2
Larix Kombi H	2 lanový systém, dosah 350 m, tažná síla 25 kN	0,5	2/2
Larix Lamako	3 lanový systém, dosah 550 m, tažná síla 27 kN, rychlost jízdy 2 – 5 m/s	0,5	3-4/3
Larix Lamako P	3 lanový systém, dosah 550 m, tažná síla 27 kN, rychlost jízdy 1 m/s a 2 – 5 m/s	0,5	3-4(6)/3
Larix 3T	5 lanový systém s oběžným lanem, dosah 650 m, tažná síla 27 kN, rychlost jízdy 2 m/s a 2 – 5 m/s	1,0	8-14/6
Larix H3-650	přívěs, 3 lanový systém, hydrostatický pohon, nosné, tažné, vratné lano, dosah 650 m, tažná síla 32 kN, rychlost jízdy 3 – 5 m/s	1,0	4-6/4
Larix H4-800	přívěs, 3 lanový systém, hydrostatický pohon, nosné, tažné, vratné lano, dosah 800 m, tažná síla 40 kN, rychlost jízdy 3 – 5 m/s	1,0	4-6/4

\*) údaje jsou pouze orientační

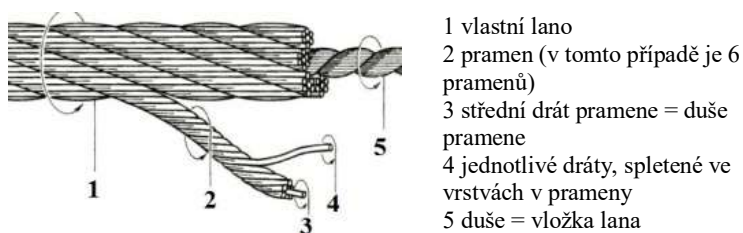
Tab. 16.12. Přehled typů lanovek řady Larix

## 16.8. Lana, řetězy a úvazky v lesním hospodářství

Lana jsou vyráběna z různých materiálů - ocel, umělá vlákna, konopí aj. Nejčastěji jsou používána **lana ocelová**. Ocelové lano je velmi členitý strojní prvek vyrobený z daného počtu holých nebo pozinkovaných ocelových drátů stáčených ve svazky pravidelného průměru – prameny, jež jsou splétány v lana.

### Základní užité vlastnosti lan

- lana lze namáhat pouze tahem a ohybem
- ocelová lana mají oproti lanům z jiných materiálů velkou nosnost při malém průměru
- ohebnost a schopnost navíjení na bubny a průchodu přes kladky
- relativně nízká hmotnost
- dobrá odolnost proti opotřebení
- schopnost prodlužování, splétání, koncování, apod.

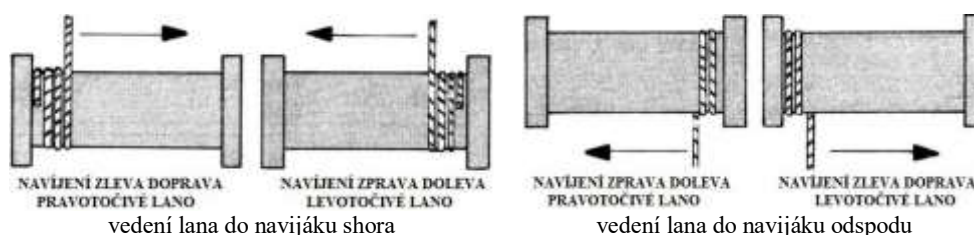


Obr. 16.81. Základní části lana

### Základní konstrukční vlastnosti lan

- **materiál**
  - ocel o jmenovité pevnosti 1270, 1570 a 1770 MPa, (ale i 1960 a 2160 MPa pro nosná a kotevní lana lanových dopravních zařízení), ocelová lana jsou vyráběna ze speciálních drátů profilovaných za studena, zpravidla kruhového průřezu, dráty jsou buď holé, nebo pozinkované
  - konopí (přírodní materiály)
  - umělá vlákna.
- **účel a oblast použití** (nosná, tažná, kotevní, montážní, pomocná, řídicí apod.)
- **konstrukce** (způsob vinutí a uspořádání drátků a pramenů, počet pramenů, počet drátků, jmenovitý průměr lana, jmenovitý průměr drátků, apod.)
- **povrchová úprava** (holá, pozinkovaná, polouzavřená, uzavřená, válcovaná)
- **válcované prameny a válcovaná lana** válcováním jednotlivých pramenů a celých lan se lana zhutňují, a při menším průřezu jsou pevnější, než lana běžná. Hladký válcovaný povrch zvyšuje životnost lan nižším otěrem, a nižší tření o půdu ulehčuje vlečení nákladu.
- **úprava vnitřního pnutí** (neumrtvená, umrtvená)
- **pevnostní charakteristiky** (jmenovitá pevnost MPa, dovolené zatížení kN)
- **počet pramenů** (nejčastěji šestipramenná)
  - lana jednopramenná
  - lana vícepramenná
  - lana kabelová (svinutí několika lan)
- **konstrukce** (nejčastěji normální konstrukce)
  - kroucená lana – tuhé krouživé lano, chybí duše, v lesnické praxi se nepoužívají, protože vyžadují velké rozměry kladek a lanových bubnů, nelze je splétat – spojování je možné jen lisovanými spojkami
  - normální - všechny dráty stejného průřezu
  - Seal - v každé vrstvě jsou dráty stejného průměru, průměry v různých vrstvách se liší (vnější vrstva tvořena silnějšími dráty). Každá vrstva má stejný počet drátů a tím i stejné stoupání (výšku vinutí), takže dráty vnější vrstvy dobře zapadají do úžlabí vrstvy vnitřní. Styková plocha mezi dráty obou vrstev je větší než u lan normální konstrukce, měrný tlak je tedy menší a trvanlivost lana větší. Proti lanům Warrington je odolnější proti otěru.

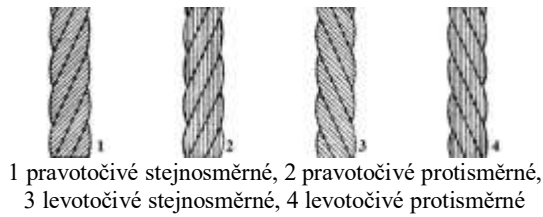
- Warrington - zvětšení stykové plochy mezi dráty sousedních vrstev, ve druhé vrstvě jsou vystřídány dráty tenké a tlusté. Jsou ohebnější než Seal.
  - Warrington-Seal – je kombinací obou konstrukcí. Prameny mají více vrstev drátů, vnější dráty mají větší průměr. Jsou velmi ohebná a odolná proti ořezu.
  - Filler – prostor mezi tlustými dráty vnitřních vrstev je vyplněn tenkými dráty.
  - **duše (vločka) lana** zlepšuje ohebnost a mazání lana. Může být **textilní** (konopná, ze syntetických vláken), která je lehčí než ocelová, a tak jsou lana s textilní duší vhodná jako vázací, kotevní a závěsná; **kompaktní plastická duše** z vláken uzavřených v plastu má menší průtažnost než u textilní duše, lana s touto duší jsou vhodná jako tažná lana dlouhotraťových lanových dopravních zařízení; **ocelová duše** je tvořena jediným ocelovým pramenem, nebo lanem, lana s ocelovou duší jsou odolná proti drčení a mají o 15-20 % vyšší pevnost, než lana s textilní duší, používají se tam, kde je požadavek na vysokou pevnost při omezené kapacitě bubně – tj. jako tažná lana traktorových navijáků a tažná a vratná lana lanových dopravních zařízení; **ocelová duše s plastem** znamená, že ocelová duše je uzavřena obalem z polypropylénu, čímž je fixováno prostorové uložení duše i vnějších pramenů. Ve vzorcích lan je duše označena velkými písmeny: FC textilní vločka (NF přírodní vlákno, SF syntetické vlákno), SC ocelová duše (W středový drát, WS pramen, WR lano).
  - **vnitřní pnutí v lanech** způsobuje jejich kroucení. Lana zbavená vnitřního pnutí (**lana umrtvená**) nemají po rozvinutí snahu se zkrucovat. Umrtvení lana lze objednat od dodavatele, nebo jej dosáhnout několikerým protáhnutím přes soustavu kladek
  - **faktor vyplnění lana** je poměr mezi nosným průřezem lana a kruhové plochy vztažené k průměru lana. Pohybuje se v rozmezí 0,5-0,8.
  - **otevřenost lan**
    - lana otevřená – vyrobena jen z drátů kruhového průřezu (v LH nejobvyklejší)
    - lana polouzavřená
    - uzavřená
- Lana polouzavřená a uzavřená mají vnější vrstvu tvořenou střídavě dráty kruhového průřezu a dráty profilovými, které do sebe dobře zapadají a zabraňují vnikání vody do lana. Používají se jako lana kotevní nebo jako lana nosná u lanových jeřábů a lanových dopravních zařízení.
- **směr vinutí lan** - pravotočivá, levotočivá. Spojovat se mohou jen lana s totožným směrem vinutí! Při spojení lan s nesejným směrem vinutí se kratší, nebo tenčí lano tahem rozplétá. Volba směru vinutí lan závisí na konstrukci bubny navijáku – vedení lana do něj shora či odspodu, místa upevnění lana v bubnu – vpravo či vlevo, a smyslu navijení lana na buben – zleva doprava či zprava doleva (viz obr. 16.83.)
  - **způsob vinutí lan, lana stejnosměrná** – směr vinutí drátů v pramenech a pramenů v lanu je shodný; lana ohebnější, odolnější proti opotřebení, tvoří smyčky, a aby se neroztáčela, mohou být jen pod malým trvalým napětím), **lana protisměrná** – směr vinutí drátů v pramenech a pramenů v lanu je opačný (lana jsou tužší, dobře se navinují, méně se rozkrucují), **lana souběžná** z drátů různého průměru (Seal), dráty se nekříží, styčná plocha je velká, **křížová lana** mají dráty v pramenu vinuty protisměrně oproti pramenu – jsou překříženy, mají lepší odolnost proti kroucení, ale nižší životnost. Splétat lze jen lana se stejnou délkou vinutí pramene v laně.
  - **rozlišení lan podle jejich použití**
    - pohyblivá (tažná lana výtahů, lanovek, navijáků) musí být dobře ohebná
    - nepohyblivá (kotevní lana, nosná lana lanových jeřábů) ohebnost může být nižší



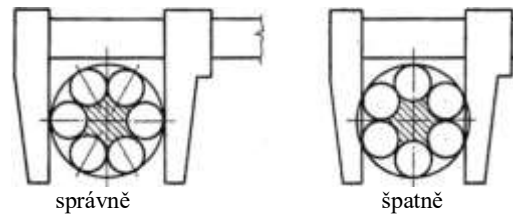
Obr. 16.82. Volba směru vinutí lana podle konstrukce navijáku

**Měření průměru** lan se provádí posuvným měřítkem s širokými čelistmi, na dvou místech lana, vzdálených od sebe 1 m, ve dvou na sebe kolmých rovinách. Střední hodnota z těchto 4 měření udává

průměr lana. Přípustná tolerance tloušťky nového, provozem neprotaženého lana je pouze plusová, u lan nad 8 mm průměru +4 až +1 %.

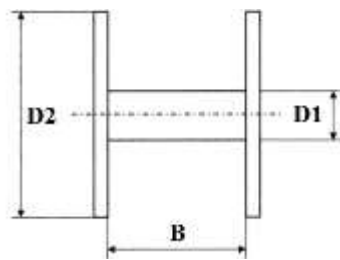


Obr. 16.83. Způsoby vinutí lan



Obr. 16.84. Měření jmenovitého průměru lana

**Kapacita bubnu** navijáku může být omezujícím faktorem při vyklizování dříví na velké vzdálenosti (na neúnosných půdách, v přirozeném zmlazení, z roklí, přes vodoteč atd.), a limitujícím faktorem při adaptaci traktorového navijáku na krátký lanový systém. U lanových dopravních zařízení se obecně dává přednost dražším lanům o menším průměru, ale se zachováním nosnosti. Přibližnou délku lana, kterou lze navinout na buben lze předem vypočítat.

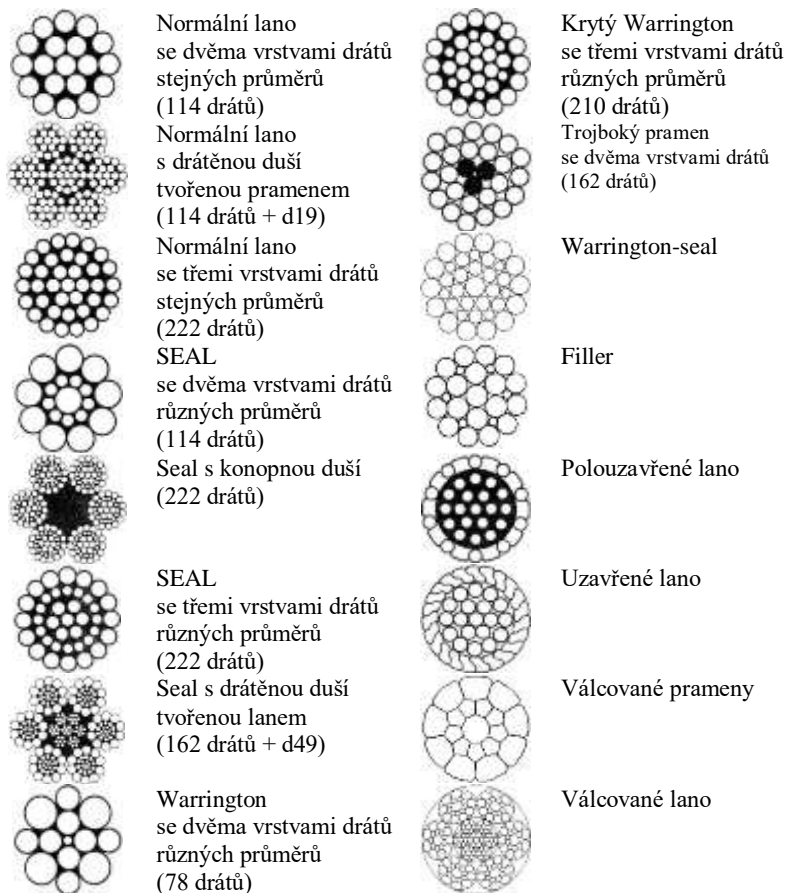


Výpočet kapacity bubnu

$$L = \frac{3,14 \times (D2x^2 - D1x^2) \times B}{4000 dx^2}$$

L délka lana  
D2 průměr bočnice v mm  
D1 průměr jádra bubnu v mm  
d průměr lana v mm  
B šířka bubnu v mm

Obr. 16.85. Výpočet kapacity bubnu navijáku



Obr. 16.86. Příklady konstrukce lan

**Číselné označení** (vzorec) konstrukce lana: číslice před závorkou = počet pramenů. V závorce jsou uvedeny počty drátů v jednotlivých vrstvách, písmeno v za závorkou = textilní duše (drátěná duše - písmeno d s počtem drátů v duši, např. +d19).

$$6 (1+9+9) + v$$

$$6 (1+9+9) + d14$$

Druh lana	Technická norma	Počet drátů (obvyklý počet)	Konstrukce lana (vzorec lana)
normální šestipramenné	ČSN 02 4322	114	6 (1+6+12) + v
normální šestipramenné	ČSN 02 4324	222	6 (1+6+12+18) + v
Seal šestipramenné	ČSN 02 4340	114	6 (1+9+9) + v
Seal šestipramenné	ČSN 02 4342	162	6 (1+6+10+10) + v
Seal šestipramenné	ČSN 02 4344	222	6 (1+6+15+15) + v
Seal šestipramenné	ČSN 02 4346	330	6 (1+6+12+18+18) + v
Warrington šestipramenné	ČSN 02 4348	210	6 (1+6+ (6+6) +16) + v

Tab. 16.13. Přehled běžně používaných lan

**Konstrukční parametry ocelových lan** jsou důležité pro uživatele lana, který podle nich definuje základní užité vlastnosti lana

- vzorec lana
- jmenovitá hmotnost lana  $m$  [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}$ ] – hmotnost 1 m lana
- jmenovitá pevnost drátů  $\sigma_i$  [MPa] – nejmenší zaručená pevnost drátů v tahu
- jmenovitý průměr lana  $D$  [m] – průměr kružnice opsané lanu
- nosný průřez lana  $S$  [ $\text{m}^2$ ] – součet průřezů jednotlivých drátů
- jmenovitá nosnost lana  $F_{max}$  [N] – zatížení lana na mezi jeho pevnosti, součin jmenovité pevnosti drátů a nosného průřezu lana
- dovolené zatížení lana  $F_{dov}$  [N] – síla, kterou lze bezpečně zatížit lano, závisí na míře bezpečnosti vyjádřené součinitelem bezpečnosti  $k$

$$F_{dov} = F_{max}/k$$

$k$ : lana navijáků traktorů 2–3, lesní lanovky 3–5

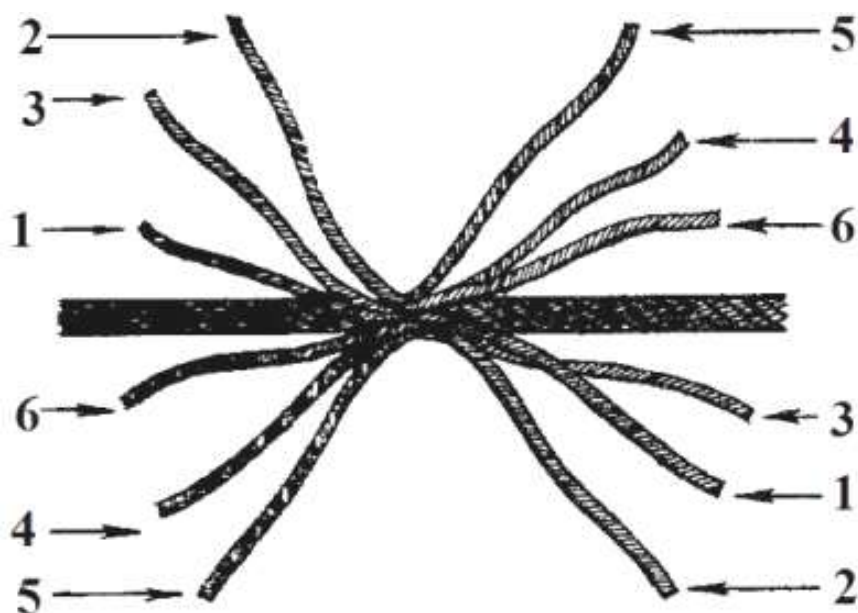
- požadované vlastnosti lana (v objednávce) se specifikují údajem o ČSN s doplněním cifer pro označení materiálu a povrchové úpravy, průměrem a délkou lana; běžné hodnoty jmenovitých průměrů lan u traktorových navijáků jsou v rozpětí 10–14 mm.

Průměr lana mm	Hmotnost 1 m lana kg	Nosnost lana (kN) při jmenovité pevnosti (MPa)	
		1570	1770
8	0,25	39,6	44,6
10	0,37	63,5	71,6
12	0,54	87,0	98,1
14	0,73	124,5	140,3
18	1,16	197,0	222,1

Tab. 16.14. Příklad parametrů průměru, hmotnosti a nosnosti lana Seal

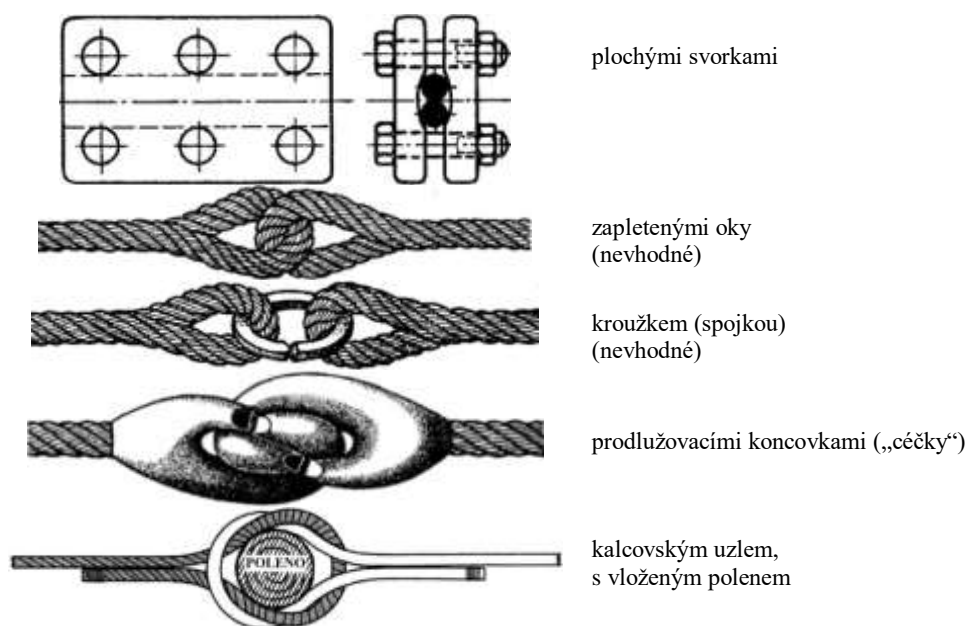
**Spojování lan** je velkou předností tohoto strojního prvku, neboť lze podle potřeby optimálně volit délku lana (trvale nebo dočasně), případně po přetržení lana jej opět spojit, nebo po vyseknutí poškozeného či nadměrně opotřebeného úseku lana zbylé části opět spojit. Spojovat se mohou jen lana s totožným směrem vinutí! Při spojení lan s nestejným směrem vinutí se kratší, nebo tenčí lano tahem rozplétá. Spojování jen zapletenými oky či kroužkem je nevhodné, protože se tahem lana vzájemně „přeřezávají“. Provozně oblíbeným způsobem je navázání dvou lan tkalcovským uzlem, do kterého je vloženo poleno, aby byla lana ohýbána přes co největší poloměr. Splétat lze jen lana se stejnou délkou vinutí pramene v laně.





Spojování lan zapletením, buď **nakrátko** (obdoba koncování, zvětšuje se průměr lana ve spoji, délka spletu min 40 d, tj. min. 4krát provlékat každý pramen), nebo **nadlouho** (průměr lana ve spletu se nemění, délka spletu je min 1000 d, příklad: lano  $\varnothing$  10 mm, délka spletu 10 m, splétá se jen  $\frac{1}{2}$  počtu pramenů, v protilehlé části lana se vzájemně nahrazují odstraněné prameny)

Obr. 16.87. Spojování lan zaplétáním

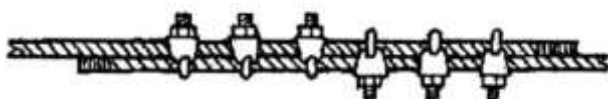


Obr. 16.88. Spojování lan – jiné způsoby

**Koncování lan** je úprava konců lan lisovanými koncovkami, kuželovými koncovkami, nebo okem. Při použití lanových svorek (provozním žargonem označovaných často jako „blajchrtky“) se jednotlivé svorky upevňují na lano v rozestupu min. na šířku svorky, a na lana běžných tloušťek se jich používá 3-8 (na nejčastěji používaná lana o průměru 11-13 mm jich musí být 4-5, a utaženy musí být momentem 33 Nm). Po krátké době provozu v plném zatížení se musí svorky dotáhnout. Pokud se svorky použijí na spojování lan – musí být na každé straně spoje plný počet svorek, což znamená, že prodloužení vyžaduje dvojnásobný počet svorek ve srovnání s koncováním lana! Třmen svorky má být na straně konce lana. Při prodloužování lan různého průměru se použijí svorky na větší průměr, a tenčí lano se přeloží tolikrát, aby vyplnilo prostor svorky.



Obr. 16.9. Způsoby koncování lan



třímen svorky je vždy na straně konce lana, na každé straně je plný počet svorek

Obr. 16.90. Spojování lan šroubovými lanovými spojkami

**Dělení a zkracování lan** se v dílnách provádí přepálením hořákem, nebo přerізnutím rozbrušovačkou, v terénu nejčastěji přeseknutím sekáčem a kladivem. Před dělením lana je nutno místo dělení po obou stranách opatřit omotávkou drátem, aby nedošlo k samovolnému rozpletení pramenů. Na omotávku se používá běžný vázací drát o průměru 1,5-2 mm, bandáž se utahuje co nejpevněji, délka omotávky je nejméně trojnásobek průměru lana, a omotávka se začíná vždy od budoucího konce lana.

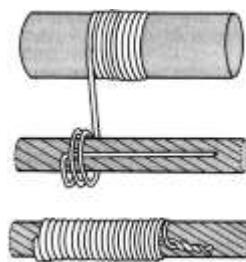


omotávka lana  
před sekáním



na každém  
budoucím konci lana  
jsou dělány dvě omotávky

přípravek  
na sekání lan

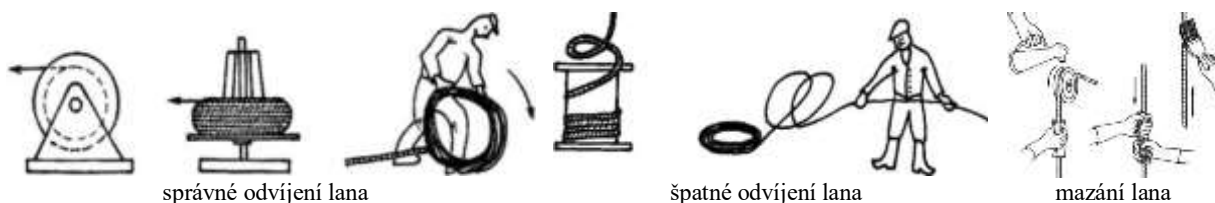


Obr. 16.11. Sekání lana v terénu

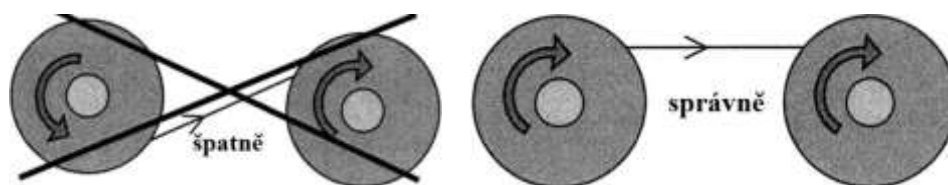
Obr. 16.12. Postup omotávky

### Péče o ocelová lana

- pravidelné čištění a mazání vhodným olejem pro snížení tření a proti vnikání vlhkosti do lana. Pravidelné mazání lan může prodloužit jejich životnost až o 1/3. Při výrobě lan je mazacím tukem prosycena duše lana, a tak se zatížením lana protlačuje tuk z nitra lana do středních vrstev. Po namazání lana nemá zůstat na jeho povrchu mastná, lepivá vrstva, protože může ovlivnit funkci samosvorných čelistí napínacích zařízení lanových dopravních zařízení.
- skladování v suchých prostorách navinutá na cívkách (min. průměr cívek = 40násobek průměru lana)
- při delším skladování lan na cívkách s nimi občas pootočit, aby z nich konzervační tuk neskapaal, ale zůstal uvnitř lan
- správně lano odvíjet a zabráňovat tvorbě smyček
- minimalizovat „lámání“ lana ostrými ohyby, a omezit jeho styk při tahu s tvrdými předměty (kameny).

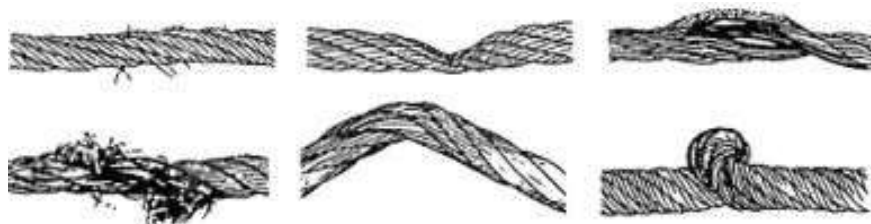


Obr. 16.91. Péče o lana



Obr. 16.92. Špatné a správné převíjení lana z bubnu na buben

**Příznaky poškození lan, vedoucí k jejich vyřazení** jsou přetržení pramene, zmenšení jmenovitého průměru o více než 15 % jmenovitého průměru, opotřebení vnějších drátků o více než ½ jejich průřezu, přetržení více než 15 % viditelných drátků na jedné délce vinutí, silná deformace (zploštění na eliptický průřez) nebo uvolnění pramenů lana, uzel nebo smyčka, lom lana, silná koroze, nápadné prodloužení lana, modré zabarvení zakalením.



Obr. 16.93. Některá poškození lan, vedoucí k jejich vyřazení

Počet nosných drátů vnější vrstvy lana (bez drátů výplně)	Počet viditelných lomů drátů			
	křížové vinutí lana		stejnoseměrné vinutí lana	
	na délce 6 d	na délce 30 d	na délce 6 d	na délce 30 d
do 50	4	8	2	4
51 - 75	6	12	3	6
76 - 100	8	16	4	8
101 - 120	10	19	5	10
121 - 140	11	22	6	11
141 - 160	13	26	6	13
161 - 180	14	29	7	14
181 - 200	16	32	8	16
201 - 220	18	35	9	18
221 - 240	19	38	10	19
241 - 260	21	42	10	21
261 - 280	22	45	11	22
281 - 300	24	48	12	24
více než 300	0,08 n	0,16 n	0,04 n	0,08 n

6 d = šestinásobek průměru lana, 30 d = třicetnásobek průměru lana, n = počet nosných drátů vnější vrstvy lana  
Podle FRAUENHOLZ, 2008

Tab. 16.15. Poškození lan, které je příčinou jejich vyřazení

**Úvazky** slouží k uvázání nákladu (stromu, kmene, výřezu) a k jeho připevnění k tažnému lanu navijáku (rozporce při soustředování dříví koňmi). Pro vlečení dříví se používají **lanové** a **řetězové úvazky**, k šetrnému poutání směrových kladek na stojící stromy se používají **textilní úvazky**.

**Lanové úvazky** jsou vhodné za podmínek, kdy je úvazek stále v tahu, aby se neuvolnil a nesmekl z kmene. Stále napnuté úvazky se nejlépe zajistí přibližováním v polozávěsu nebo proti svahu, v příznivých terénních podmínkách (narážením nákladu na překážky se úvazky uvolňují), na neabrazivních podkladech a vlečení na kratší vzdálenosti. Vyrábí se ze šestipramenných lan s pevnostními charakteristikami obdobnými jako u lan navijáků. Délka úvazku do probírek postačí 1 m, pro mýtní těžby se používá délka 1,5-2 m. Na jednom konci úvazku je zpravidla hák, kluzný hák, nebo válečková objímka; na druhém konci je zapletené oko, kovové oko apod., aby bylo možné vytvořit samosvornou smyčku pro upevnění nákladu. Úvazky s válečkovou objímkou mají navlečený kluzák, do kterého se objímka zasune, a používají se při metodě sběrného lana.

**Řetězové úvazky** jsou proti lanovým těžší, ale jsou použitelné v kamenitých terénech, na trasách s protispády (nemají snahu se uvolňovat) a na delší vzdálenosti. Zhotovují se z článkového řetězu ze standardních a vysokopevnostních, ořezuvzdorných legovaných a zušlechťených ocelí. Pevnostní charakteristika vysokopevnostního řetězu je řádově 50 kN, koeficient bezpečnosti 2. V našich podmínkách je nejčastěji používán kruhový tvar průřezu materiálu oka, používán je i tvar hranatý (čtvercový) mající zvýšenou pevnost o 8 - 9 %, výrazně lépe svírá kmen, má vyšší odolnost vůči ořezu, vyšší životnost, klade jen o málo větší odpor při vlečení dříví. Na jednom konci řetězového úvazku je oko, na druhém hák nebo profilované oko, které je na jednom konci zúžené alespoň na délku šířky řetězu. Profilované oko bývá navlečeno též na koncovém oku (další typy úvazků viz obr. 16.94.). Délka/hmotnost úvazků je 1,6 m/3,5 kg; 2,0 m/4,2 kg; 2,5 m/5,1 kg. Výhodou řetězových úvazků je pevné obepnutí kmene (se zasunutím článku řetězu do profilovaného oka, takže se úvazek nemůže sesmeknout ani při uvolnění tahu), mohou se jednoduše zkracovat při použití profilovaného oka nebo otvoru na kolesně nebo na traktoru (viz obr. 16.94.); tvar řetězových článků umožňuje vysokou tažnost řetězu (prodloužení řetězu při přetížení) a varuje obsluhu před blížícím se přetržením, některé druhy řetězů vykazují tažnost 20 % (protážení o 20 cm na 1 m délky), a při přiblížování po spádu působí řetězové úvazky jako brzda.

Jmenovitý průměr článku (mm)	Šířka článku (mm)	Hmotnost (kg/m)	Nosnost (kN)
6	20,0	0,74	13,3
7	23,0	1,00	18,2
8	26,5	1,30	23,9
9	30,0	1,65	30,2
10	33,0	2,00	37,3

Tab. 16.16. Parametry standardních řetězů na úvazky



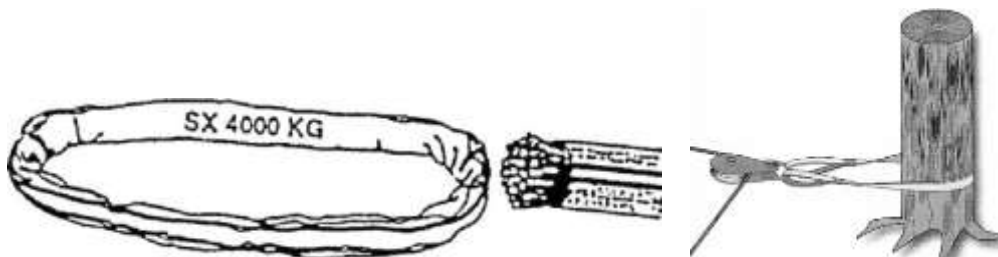
různé druhy lanových úvazků

lanový úvazek s válcovou objímkou a kluznou sponou



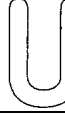
řetězový úvazek

Obr. 16.94. Úvazky

**Textilní úvazky** jsou vyrobeny z nekonečného svazku vysoce pevného polyesterového či jiného vlákna, uloženém v ochranném obalu. Jsou lehké; mají vysokou nosnost; široký rozsah tepelného použití (-40 až +100 °C); chrání povrch stromu, na který jsou upevněny; dodávají se v provedení nekonečném nebo s oky; základní nosnost je 500 - 30 000 kg, a lze ji zvýšit způsobem poutání (jednoduché, do smyčky, paralelní - zdvojené); délka nekonečného úvazku = obvod, běžně dodávané délky jsou 1,0 m, 2,0 m, 3,0 m až 20 m; nosnost úvazků je znázorněna barevně a nápisem na obalu úvazku; jsou vhodné pro upevňování kladek a kotevnic lan lanových dopravních zařízení na stromy; nevhodné jsou jako úvazky pro vlečení dříví!



Obr. 16.95. Textilní úvazek a jeho použití při poutání směrové kladky na strom

Jmenovitá nosnost v tunách	Způsob poutání úvazku		
	přímý	smyčka	paralelní
			
1	1	0,8	2
2	2	1,6	4
5	5	4	10
8	8	6,4	16

**Tab. 16.17. Dovolené zatížení textilních úvazků při různém způsobu poutání**

**Lana textilní** (konopná, a z umělých vláken), se zpravidla nenavíjejí na bubny, ale skládají se do svitků – viz obr. č. 16.96.



**Obr. 16.96. Postup skládání textilního lana do svitku**

## 17. SOUSTŘEĐOVÁNÍ DŘÍVÍ VRTULNÍKY

### 17.1. Historie, současnost a budoucnost soustředování dříví vrtulníky

V ČR má doprava dříví vrtulníky dlouholetou tradici. První experimentoval s vrtulníkem Mi-8 Korsuň (1969) při transportu dlouhého dříví a jeho nakládání na odvozní soupravu a při transportu rovného dříví z dunajských ostrovů s nakládáním na vlečný člun. Integrace soustředování dříví s nakládáním na odvozní prostředek se sice neosvědčila, ale soustředování dříví vrtulníky je od té doby používáno v extrémních terénních podmínkách a z důvodu ekologické šetrnosti v Děčínských stěnách, Broumovských stěnách, Adršpašsko-teplických skalách, Krkonošském národním parku a v Národním parku Šumava.

V ČR byly nasazeny vrtulníky v provozním měřítku poprvé v Děčínských stěnách v 70. letech 20. století. Jednalo se o svahy o sklonu 60-70 %, pod kterými se nachází zástavba, silnice, plavební dráha a železnice. Území nebylo těžebně řešeno do doby, než staré buky začaly odumírat a padat na železniční trať. Kácení prováděli aktivní horolezci. Kácelo se po vrstevnici, po zajištění každého stromu dvěma lany. Hmotnost stromů byla značná, proto mělo velký význam druhotné, při kterém bylo vytěžené dříví co nejlépe zařazeno do sortimentů, ale při hmotnosti výřezů odpovídající nosnosti vrtulníku. Transport dříví vrtulníky probíhal i mimo výluku na trati. Výřezy se odebíraly postupně se shora, aby spodní řady výřezů tvořily bariéru chránící trať, a vždy od vrcholku k oddenku, aby byl odpoután vždy jen jediný výřez. Spuštění lana k nákladu muselo být absolutně přesné, protože vazači nemohli v obtížném terénu přebíhat.

Co do objemu vrtulníkového soustředování dříví jsou nejvýznamnější Broumovské stěny a Adršpašsko-teplické skály, kde nepřístupnost terénu neumožnila při kůrovcové kalamitě odvětvění stromů a jejich sanaci na místě těžby. K zamezení šíření kůrovce v extrémních terénních podmínkách unikátní přírodní oblasti byla použita stromová metoda se soustředováním dříví vrtulníky.

Odlišnost vrtulníkového soustředování dříví v národních parcích je v jeho ekologické šetrnosti, a nikoliv v tom "že to jinak nejde". Při zdvihání nákladu v porostu dochází jen občas k poškození stojících stromů nákladem, a k zanedbatelnému pomístnému narušení půdního povrchu smýkajícími se konci sestavovaného nákladu dříví. Ke zhutnění půdy a následné erozi nedochází vůbec, neboť po dobu transportu není náklad v kontaktu s povrchem půdy, ani se stojícím porostem. Produkční i mimoprodukční funkce lesa jsou nedotčeny a při transportu celých stromů je dodržena i čistota lesa. Rychlost vrtulníkového soustředování dříví je oproti klasickým metodám vyšší, což je významné u nahodilých a kůrovcových těžeb, a přínosem je i časová koncentrace prací doprovázených hlukem do krátkého času.

Vzdušná doprava dříví je jedinou technologií dopravy, pro kterou nemusí být budována lesní dopravní síť, narušující geomorfologii území, a je tak vhodným způsobem dopravy pro území s vyšší legislativní ochranou přírody. V tropických lesích umožňuje reálnou selektivnost těžebního zásahu, bez nutnosti pozemního dopravního zpřístupnění cílového stromu.

Při posuzování ekonomické efektivity vrtulníkového soustředování dříví se musí brát v úvahu více faktorů. Především je to saldo mezi náklady na soustředování dříví a tržbami za něj, ale při zahrnutí nákladů na výstavbu a údržbu lesní dopravní sítě, které jsou u vzdušné dopravy dříví a pozemního transportu kolovou technikou diametrálně odlišné. Před nasazením vrtulníku je nezbytné zpracovat ekonomickou kalkulaci vycházející z aktuálních tržních cen očekávaných sortimentů a z cenové nabídky leteckého podniku. Z ní může vyplynout, že bude účelné soustředovat jen kulatinu, a ostatní sortimenty ponechat v porostu k dekompozici. Nárůst cen dříví vytváří předpoklady pro to, aby vzdušná doprava dříví nebyla technologií exotickou a finančně ztrátovou, a očekávat lze, že ceny dříví jako obnovitelné suroviny porostou, zatímco náklady na provoz vrtulníků budou stagnovat; do provozu budou zařazeny vrtulníky s lepšími letovými parametry, např. s příznivějším poměrem vzletové a užitečné hmotnosti než má vrtulník Mi-8; letecké předpisy umožní práci jednočlenné posádky; a v širší míře budou používány dálkově uvolňované úvazky a další pomůcky k zefektivnění provozu. Zvyšování cen vrtulníků s lepšími parametry by tak mělo být kompenzováno jejich vyšší výkonností, a technický vývoj by tak nemusel být příčinou nárůstu přímých nákladů na 1 m<sup>3</sup> soustředěného dříví.



## 17.2. Technika práce při soustředování dříví vrtulníky

Letecký podnik má obvyklé jen letový personál, a zadavatel prací poskytuje personál pozemní. Na každém pracovišti se tak zapracovává nový pozemní personál, který dosahuje zapracovanosti a souhry s letovým personálem obvykle až ve třetí směně. Do té doby bývá pracovní proces poznamenán nervozitou a menší zručností. Na pracovišti vrtulníkového soustředování dříví má hlavní odpovědnost za bezpečnost práce **řídící letového provozu**, jehož pokynům se podřizuje i pozemní personál. Součástí vstupního školení vazačů a ostatního personálu z **bezpečnosti práce** je proto i komunikace mezi řídícím letového provozu a pozemním personálem. Pilot Mi-8 nevidí pod vrtulník, a proto je při všech operacích pod vrtulníkem naváděn navigátorem, který komunikuje s pozemním personálem radiostanicí. Při **navádění hlasem** se udává směr letu (vpřed, zpět, výše, níže, vpravo, vlevo, držet) a vzdálenost v metrech (10, 5, 3, 2, 1, kontakt). Sdělení musí být přesná a krátká - nepřesahující 10 vteřin. Vrtulníkové soustředování dříví vyžaduje odpovědnost, pořádek a přehledné uspořádání pracoviště. Pozemní personál musí mít oděv signální barvy, ochrannou přilbu (z důvodu pobytu pod břemenem a hrozby pádu větví uvolněných břemenem, lanem, či vírem od rotoru), brýle proti prachu a ochranu sluchu (hlučnost 50 m pod vrtulníkem je až 96 dB). Rychlost vzdušného víru od rotoru vrtulníku je 120-220 km/h, proto jsou vhodné přilby s podbradním páskem, které vír neshazuje s hlavy. Z přistávací plochy se musí odstranit (nebo řádně upevnit) všechny předměty, které mohou být zachyceny vírem od rotoru (prkna, plechy, krabice, přilby, oděvy), a nesmí se zde rozdělávat oheň a kouřit. Veškerá lana, úvazky a háky musí mít cejch povolené nosnosti a nesmí být laicky nastavována či opravována. Délka nosného lana, na které se připevňují úvazky s nákladem, je taková, aby bylo mezi stromy porostu spouštěno jen nosné lano, a vrtulník se vznášel v bezpečné výšce nad korunami stromů. Podle výšky porostu se používá lano přiměřené délky. Práci výrazně urychluje používání z kabiny dálkově otevíraného závěsného háku, podmínkou jehož použití je dostatek úvazků. Důležité je nevstupovat do ohroženého prostoru, dodržovat smluvené signály mezi vazači a navigátorem a zásadu, že signalizovat navigátorovi smí jen jeden člen skupiny vazačů, který přitom nesmí přecházet!



Obr. 17.1. Vrtulník Mi-8 dopravující celé stromy ve visu



Obr. 17.2. Kombinace dopravy dříví vrtulníkem s vodní dopravou

**Poutání nákladu** při transportu celých stromů a surových nekrácených kmenů může být vodorovně dvěma lany - v tom případě se na nich ponechává jedna větev jako kormidlo, aby náklad v ose zavěšení nerotoval. Obvyklejší je poutání na jedno lano a doprava ve visu. Výřezy se poutají nejméně 1 m od oddenku, celé stromy 2-3 m od oddenku. Dopravováno by mělo být dříví zdravé (bez hniloby a prasklin), pro vyloučení rizika, že se vlastní hmotností zlomí. Zásadně by měl být každý výřez zavěšen do samostatného úvazku. Objemným svazkům tenkého dříví je lépe se vyvarovat. **Závěsný bod** nemá být v blízkosti těžiště nákladu, protože náklad pak nevisí kolmo dolů, ale vodorovně se rozevívá a

zaujímá při zvedání velký prostor, což vede k poškozování okolních stojících stromů, lámání větví z nich a případně i k nutnosti náklad nouzově uvolnit, pokud je zachycením nákladu na stromech překročena povolená zdvihací síla. Při dopravě nákladu upevněného v těžišti navíc dochází k jeho rotaci, zhoršující ovladatelnost nákladu a kroutí se závěsné lano. **Nosnost vrtulníku Mi-8** je 2 500 kg, ale využita smí být na max. 85 %, tj. hmotnost břemene smí být 2 200 kg, a proto je nutné, aby byl vrtulník vybaven zařízením, které je schopno zabránit jeho přetížení, např. dynamometrem, který při překročení nastavené maximální přípustné hmotnosti nákladu automaticky uvolní hlavní závěsný hák.

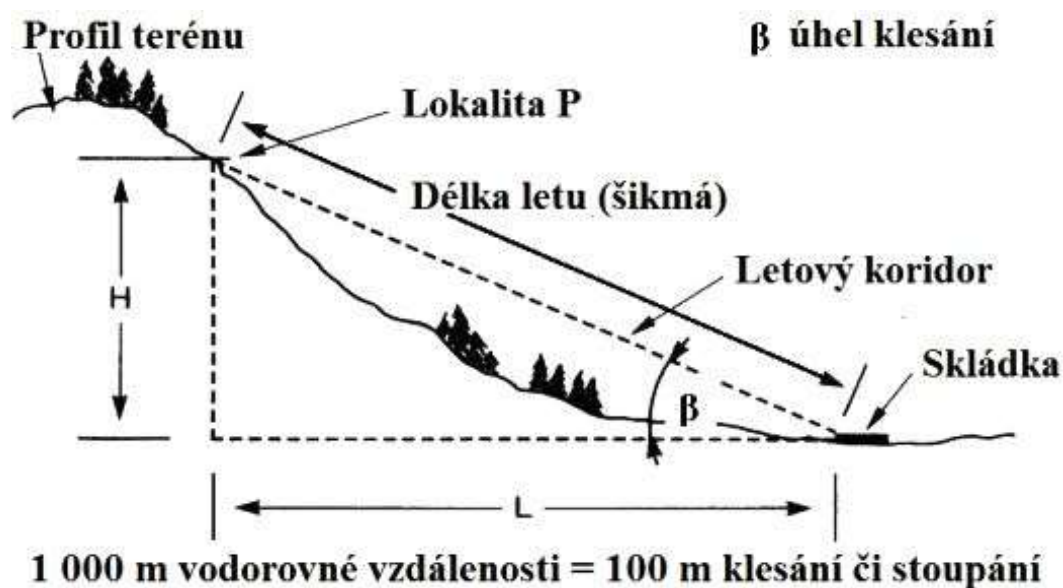
Nevýhodou vrtulníkového transportu dříví je jeho **závislost na povětrnostních podmínkách**, zejména na směru a síle větru, viditelnosti, srážkách a teplotě vzduchu (se stoupající teplotou vzduchu zdvihací síla výrazně klesá, proto se obvykle vrtulníkové soustředování neprovádí v létě, a v poledních hodinách). Vhodné období se volí s ohledem na očekávatelné počasí, a denní i týdenní režim práce se podřizuje letovým podmínkám, což klade vysoké nároky na organizaci, pracovní kázeň, odpovědnost a časové zatížení všech pracovníků. Nepříznivý je pokles výkonnosti (závislé na zdvihací síle) s růstem nadmořské výšky pracoviště - např. zdvihací síla vrtulníku Super Puma HB-XNE na hladině moře je 4 500 kg, a na ní zůstává do 800 m n. m. Poté klesá, a v 1 700 m n. m. činí 4 000 kg, ve výšce 2 700 m n. m. 3 000 kg a ve výšce 3 800 m n. m. 2 000 kg. Provozní komplikace působí i nárazovost potřeby kvalifikovaného pozemního personálu a organizační náročnost.

Do paseky nalétává vrtulník proti větru, aby bylo **spuštění lana vazačům** co nejpřesnější, a navigátora navádí z důvodu bezpečnosti jediný člen skupiny vazačů. Pro snazší orientaci navigátora by měl mít řídicí vazač ochrannou přilbu barvy odlišné od zbyvajících vazačů. Spuštění lana k nákladu musí být přesné, protože vazači nemohou v obtížném terénu přebíhat. Proto bývají v těžební ploše nejméně 4 vazači ve dvou skupinách po dvou (nezachytí-li lano jeden vazač, zachytí jej soused). Na skládce postačí i 2 vazači, protože terén skládky je příznivější. Pro každou skupinu vazačů by mělo být na jednom místě připraveno alespoň 50 m<sup>3</sup> dříví, a jednotlivé kusy téhož nákladu by neměly být od sebe vzdáleny více než 5 až 7 m (pro přípravu nákladů – svazkování, se proto někdy používají mobilní navijedla, a v příznivějších podmínkách i koně). Ideální je, když leží vedle sebe kolmo na vrstevnice a hmotnatost výřezů je taková, že 2 až 3 vytíží vrtulník. Ve svazích se postupuje shora dolů, kmeny ležící po spádnici a šikmo svahelem se zapínají z horní strany. Do doby, než se úvazky, dopravované na nosném laně do porostu dotknou země, zůstávají vazači stranou v bezpečné vzdálenosti. Poté odepnou dopravené úvazky a na hák zavěsí úvazky předem připraveného nákladu. Náklad je sestavován tak, aby se jeho hmotnost co nejvíce přibližovala nosnosti vrtulníku, ale aby ji v žádném případě nepřekročila. Vzhledem k tomu, že se okamžitá nosnost vrtulníku mění podle množství paliva v nádržích, je možné na konci letového cyklu mezi tankováním přepravovat větší náklady, než na jeho počátku. Hodinová spotřeba Mi-8 je 750 litrů leteckého paliva JET A1, a obvykle se tankuje po hodině, nebo po 7-10 letových cyklech. Po zapnutí nákladu ustoupí vazači šikmo vzad od nákladu - vztaheno ke směru odletu vrtulníku, a řídicí vazač dá signál k odletu, až když jsou všichni vazači v bezpečném prostoru. Pokud nastane kritická situace, např. velikost nákladu přesáhne povolenou mez a přetěžovací pojistka odepne náklad, navádí řídicí vazač ihned vrtulník na odletovou dráhu k jiné skupině. Vrtulník tedy nikdy nečeká na úpravu nákladu, a proto by neměly přesáhnout přelety mezi jednotlivými pracovišti vazačů 500 m! Vazači ustupují od upoutaného nákladu šikmo proti svahu, nebo příčně svahelem (nikdy ne se svahu dolů), a jejich ústupová cesta musí být v opačném směru než dráha pohybu zavěšeného břemene, a než směr odletu vrtulníku. Všichni vazači musí odcházet stejným směrem a do téhož bezpečného prostoru, a nikdy nesmí stát a pohybovat se pod zavěšeným nákladem. Náklad dříví se při zvedání formuje postupně, sestavuje se podle principu sběrného lana, ovšem na rozdíl od pozemního soustředování dříví se zde jedná o sestavení nákladu v prostoru.

V **letovém koridoru** se nesmí zdržovat nikdo, z důvodu nebezpečí havarijního uvolnění nákladu, nebo jeho části. Před příletem vrtulníku nad skládku ji musí všichni opustit, a v bezpečném prostoru vyčkat uložení nákladu na zem. Při přiblížování ke skládce pilot plynule snižuje rychlost a výšku letu, a podle pokynů navigátora pak pomalu ukládá dříví na skládku. Pozemní personál vyčkává v bezpečné vzdálenosti, a až po uložení dříví na zem přibíhá na skládku a odpoutává úvazky od nosného lana. Při každém druhém nebo třetím letu pak připne na nosné lano prázdné úvazky, aby je vrtulník dopravil zpět na těžební plochu. Po uvolnění nákladu dříví a zavěšení prázdných úvazků na nosné lano se vrtulník ihned otáčí zpět k těžební ploše. Na skládce se zásadně neodpoutávají úvazky z kmenů, které

zůstaly po uložení vrtulníkem v nestabilní poloze, ale odvazují se až po jejich stabilizování, například po urovnání skládky traktorem.

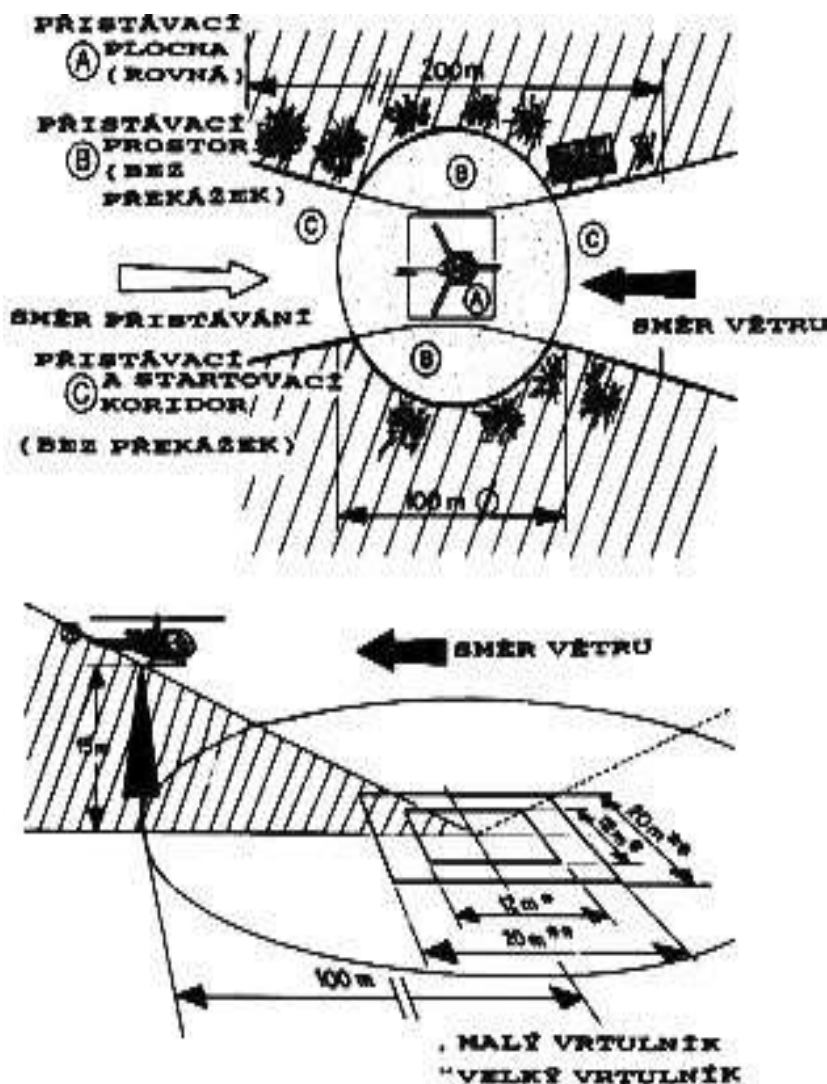
V ČR se obvykle soustřeďuje dříví vrtulníky na vzdálenost do 3 km, a **pracovní cyklus** při takové vzdálenosti nepřekračuje 7 minut. Tomu se podřizuje početnost pozemního personálu na skládce dříví, a vytváří se minimálně dvě skupiny vazačů na těžební ploše. Obtížnost práce na skládce dříví pod vrtulníkem vyplývá z časového omezení, hluchnosti a prašnosti (vzdušný vír od rotoru vrtulníku zvedá veškerý prach, piliny a úlomky kůry). Čas cyklu soustřeďování dříví limituje dobu pro vykonání nezbytných operací na skládce dříví, znamená to, že v průběhu 3-5 minut je nutné stihnout vyproštění úvazků ze skládky a jejich připravení pro zpětný transport vrtulníkem; měření, příjem a označení dříví pro jeho další evidenci; a vlastní úpravu skládky dříví, tj. začelení, urovnání, případně navalení kmenů. Ideální doba cyklu je do 3 minut, což odpovídá letové vzdálenosti 1 500-1 800 metrů. Viseň vrtulníku na místě se omezuje na minimum, protože je při něm nejvyšší spotřeba pohonných hmot a nejvyšší riziko havárie. Protože jsou náklady na přilet a odlet letového personálu a přesun týlového zabezpečení vysoké, musí být čas čisté práce na jednom pracovišti alespoň dva dny. Denní výkonnost by neměla klesnout pod 200 m<sup>3</sup>, ale běžně se pohybuje mezi 350-500 m<sup>3</sup>.



Obr. 17.3. Vztah mezi vodorovnou vzdáleností letu a stoupáním či klesáním

**Počet pracovníků** i prostředků musí být takový, aby nedocházelo ke zdržení vrtulníku, který je klíčovým prostředkem, jehož časovému a výkonovému využití se podřizuje organizace práce a předcházející i navazující technologie. Nahromaděním pracovníků a prostředků na malý prostor však nesmí být ohrožena jejich bezpečnost! Provozní náklady vrtulníku Mi-8 činily v roce 1992 na letovou hodinu cca 28 000 Kč, což znamená, že jedna vteřina stála ca 10 Kč. Pod tímto zorným úhlem je nutné posuzovat veškeré možnosti racionalizace soustřeďování dříví vrtulníky i souhrnu letového a pozemního personálu, protože každá vteřina ztráty času se podílí na ekonomické efektivnosti. Jednou z možností racionalizace je například transport dříví předem proschlého, při kterém lze snížit hmotnost nákladu dříví až o 40 % při stejném objemu (obvyklé je podzimní soustřeďování dříví vytěženého v zimě, nebo na jaře).

**Vztah mezi vzdáleností vodorovného letu a výškou stoupání** či klesání je 1 000 : 100, tzn., že z hlediska spotřeby času i pohonných hmot se 1 000 m vodorovného letu vyrovná 100 m stoupání či klesání. To je třeba mít na vědomí při volbě letového koridoru a místa skládkování. Nejkratší letová dráha nemusí být nejrychlejší a nejúspornější.



Obr. 17.4. Prostorové uspořádání přistávací a startovací plochy pro vrtulníky

Ideální je, pokud se najde dostatečně prostorné místo, sloužící jako **skládka dříví** i jako **polní letiště** současně. Výhodné je, pokud umístění skládek umožňuje nalétávání vrtulníku ze všech směrů, aby nebylo nutné přerušovat soustředování dříví při změně směru větru, který je nutné na polním letišti sledovat. K nezbytnému technickému zázemí patří i cisterna pro zásobování vrtulníku palivem. Místo pro přistávání vrtulníku musí být dostatečně prostorné, bez letových překážek (stromy, sloupy, nadzemní vedení) a s únosným povrchem. Prachový sníh je nutné zhutnit, a kde by bylo nebezpečí, že zvířením prachu či písku dojde ke zhoršení viditelnosti, je třeba přistávací plochu kropit. Na přistávací plochu je nutné zamezit vstupu nepovolaných osob a zvířat včetně psů.

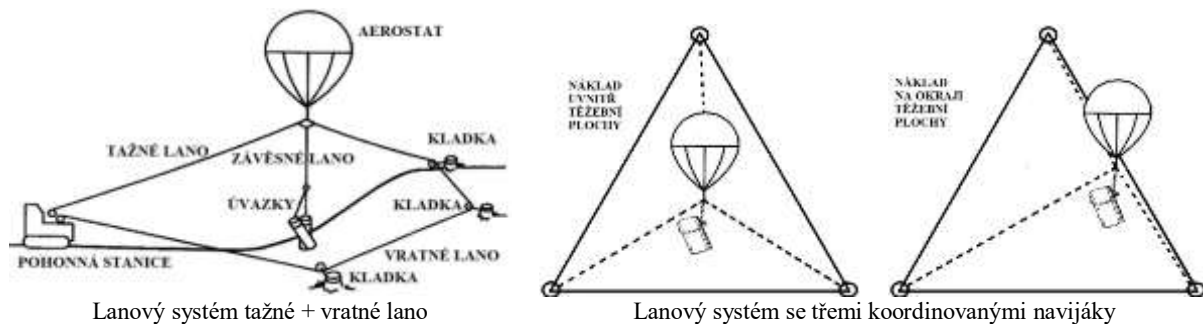
Pokud jsou vrtulníkem přepravovány i osoby, je při nastupování a vystupování z vrtulníku s běžícím rotorem nutné dbát pokynů letového personálu. Nejprve odejdou vystupující osoby a poté se k vrtulníku přistupuje zepředu či šikmo zepředu, aby byla nastupující osoba v zorném poli pilota a nepřiblížila se k zádovému rotoru.



## 18. VÝJIMEČNÉ ZPŮSOBY DOPRAVY DŘÍVÍ

V ostatních kapitolách tohoto skriptu jsou charakterizovány prostředky a postupy dopravy dříví, zejména ve smyslu jeho soustředování, které jsou založeny na využití poměrně obvyklých principů (např. vlečení dříví po povrchu tažným lanem mobilního kolového prostředku nebo lanového dopravního zařízení či animální silou, vezení dříví na ložné ploše mobilního prostředku, apod.). V zahraničí, výjimečně i u nás, však existují, nebo se alespoň uvádějí, další řešení, která se obvyklému řazení víceméně vymykají. Některá z nich jsou charakterizována v dalším textu.

**Aerostaty**, tj. balóny a vzducholoď (lišící se od sebe statickou a dynamickou zdvihací silou) se používají v extenzivních těžbách, na neúnosných půdách (nepřístupných kolové technice), či na rozsáhlých kalamitních plochách, kde nezůstaly stojící stromy, a proto nelze použít lanová dopravní zařízení. Doprava dříví je realizována tažným lanem, a návrat úvazků do těžební plochy vratným lanem. Zdvihací sílu, udržující náklad dříví mimo dotyk s půdou vyvozuje aerostat. Jedná se tedy o lanové dopravní zařízení, ve kterém je funkce podpěr nahrazena aerostatem. Aby bylo možné obsáhnout celou těžební plochu, musí se trasa stále přestavovat převěšováním směrových kladek. Upoutání nákladu se děje po „stažení“ aerostatu k zemi silovou kladkou, po jejím uvolnění se upoutaný náklad zdvihne. Pokročilejším systémem je použití tří stožárových navijáků v rozích trojúhelníkové těžební plochy, kdy je balón poután lany všech tří navijáků, a jejich koordinovaným navíjením a odbrzdováním je možné pokrýt celou těžební plochu.

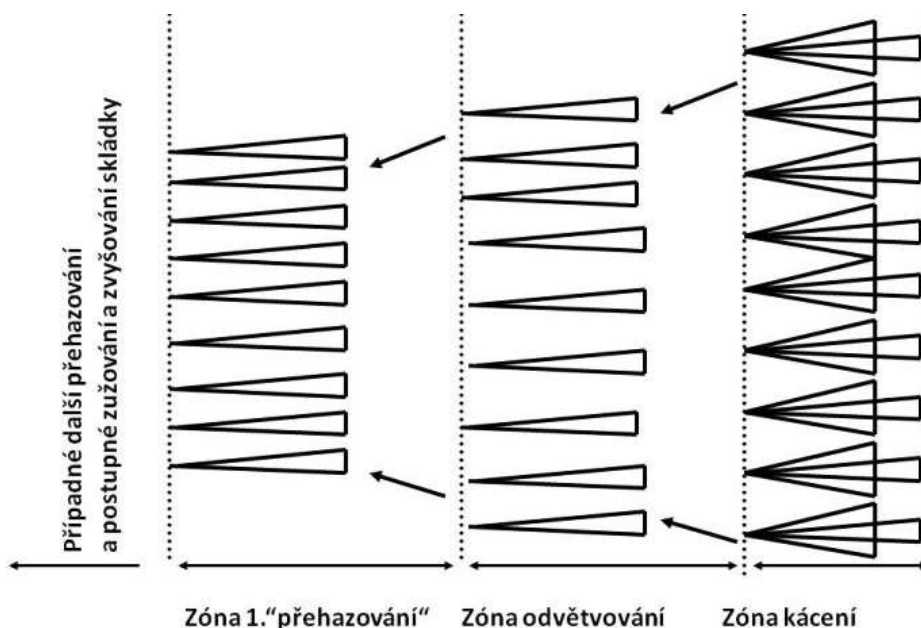


Obr. 18.1. Soustředování dříví aerostaty

Označení technologie **Shovel logging** lze přeložit jako soustředování dříví jeho postupným přehazováním (přemísťováním). Jedná se o netradiční použití pásového bagru, majícího na výložníku drapák (dvojprst) pro manipulaci se dřívím. Technologie se používá v řadových výsadbách na plantážích, kdy se vždy pokácí jedna řada stromů směrem do volného prostoru. Po jejich odvětvení pojíždí podél řady odvětvených stromů bagr a na dosah výložníku „přehazuje“ dříví směrem k odvoznímu místu. Současně tak vytváří užší a vyšší hráž dříví. Výhodou technologie je nízký měrný tlak pásového bagru na půdu, nízká pořizovací cena stroje a to, že transport dříví probíhá bez dotyku s půdním povrchem.

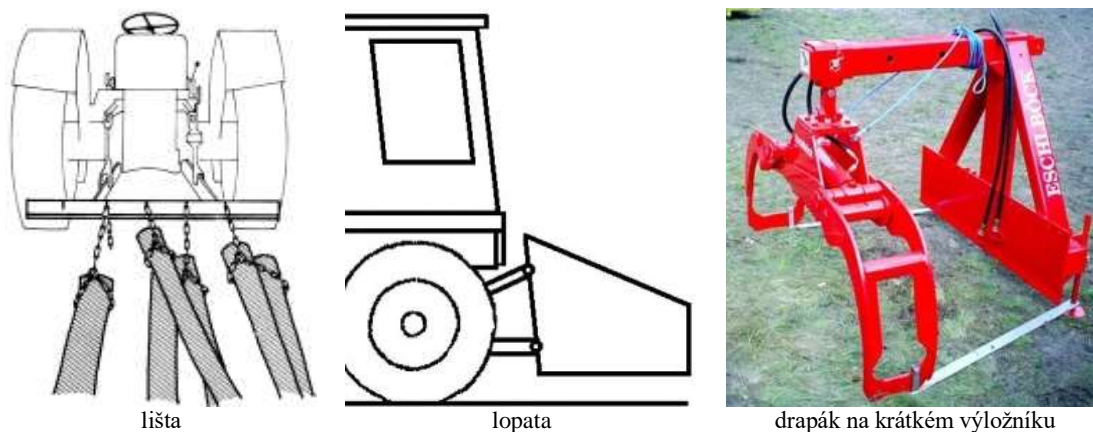


Obr. 18.2. Shovel logging



Obr. 18.3. Shovel logging – pracovní postup

**Jednoduché úpravy zemědělských traktorů** pro soustředování a nakládání dříví, využívající tříbodový závěs hydrauliky, na který se upevní jednoduché pracovní prostředky. K nim patří např. kovová lišta se zářezy pro zaklesnutí řetězového úvazku s připoutaným dřívím. Lišta je použitelná pro soustředování výřezů v příznivých terénech a tam, kde nehrozí poškození strojového spodku traktoru nechráněného ochrannou vanou klestem a pařezy. Zajet je nutné ke každému kusu, ale lišta umožňuje přizvednutí nákladu a vlečení v polozávěsu. Pro vyvážení rovného dříví se používá jednoduchá lopata, do které se dříví ukládá ručně, a hydraulika umožňuje náklad na OM vyklopit. Dalším, ale již složitějším adaptérem (vyžadujícím napojení hydrauliky), může být výložník s drapákem na tříbodovém závěsu použitelný pro soustředování kletu a tenkého dříví. Pro nakládání krátkých výřezů na traktorový přívěs se používají jednoduché nakládací vidle. Všechny uvedené adaptéry jsou vhodné jen pro malé rodinné podniky, kde je ostatně možné vidět i různé bizarní kombinace (třeba i nářadový traktor s vyvázečím přívěsem, či vlečení dříví po lince za osobním terénním automobilem).



Obr. 18.4. Příklady jednoduchých adaptérů na tříbodový závěs traktoru

**Stroje na tříkolových podvozcích** jsou v ČR představovány tříkolovými nakladači Bell na skladech dříví, jejichž výhodou je stabilita (rovina je dána třemi body) a nízký požadavek na manipulační prostor. Stejně výhody hrají roli i u kácečích strojů.





Obr. 18.5. Tříkolový nakladač Bell

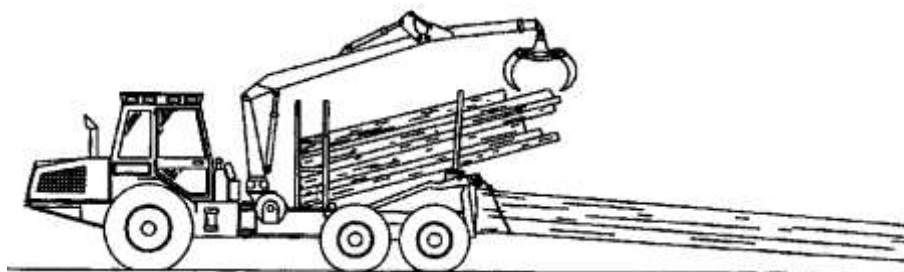
**Šupko-naviják** je kombinací navijáku pro vyklizování dříví z porostu a šupky pro zvýšení výkonnosti přibližování nákladu dříví po lince, na kterou je vyklizené dříví uloženo.



Obr. 18.6. Šupkonaviják

**Kombinované nástavby na UKT**, sestávající z dvoububnového navijáku, svěrného oplenu, plošiny pro vyvážení rovného dříví a hydraulického jeřábu s drapákem, jsou spíše ukázkou, co všechno je možné zájemcům dodat, než prakticky využitelným strojem.

**Skider-forwarder** je kombinací vyvážče s traktorem s navijákem. Dominantní funkcí je vyvážecí, ale protože je na jeho záď vyvedeno lano navijáku, lze jej (spíše ojediněle) využít i pro vyklizení delších výřezů, případně i pro vlečení delších kusů dříví za vyvážčem naloženým krátkými výřezy.



Obr. 18.7. Skider-forwarder

**SLKT s vyvážecím přívěsem** řeší jiný problém, a to jak tahačem vybaveným navijákem efektivně dopravovat i krátké výřezy.

**Základový stroj s výměnnými nástavbami** je nabízen firmou Komatsu Forest (dříve Valmet), kdy je základovým strojem podvozek vyvážče, na který se hydraulickým jeřábem nasadí klec sortimentního vyvážče, a stroj se v prvním kroku používá jako vyvážecí traktor. Na odvozním místě se však

vyvezené dříví neukládá na zem, ale přeloží se na silniční návěs. Poté se sortimentní nástavba sejme, a nasadí se „podkova“ tahače návěsů, čímž se ze základového stroje stane terénní tahač návěsů. S touto výbavou nacouvá pod silniční návěs a odtáhne jej až na „druhé odvozní místo“, kde je schopen náklad převzít silniční tahač. Mimo tohoto způsobu využití může stroj sloužit i jako terénní tahač účelových návěsů – např. hasebního.



Obr. 18.8. Základový stroj Valmet s výměnnými nástavbami

**Yarder** je americký výraz pro lanové dopravní zařízení s výložníkem. Jeho pohonná stanice se zásadně staví na odvozní cestu, a nosné lano se kotví na pařezy, ale i na mobilní kotvy (starší buldozer či bagr).



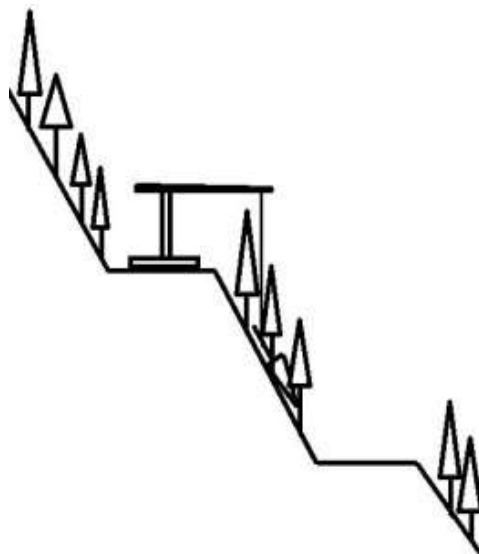
Obr. 18.9. Yarder (swing yarder) a jeho převoz

**Snorkel** je zařízení opatřené výložníkem, a to i několikrát prodlouženým pomocí nástavce. Je určeno pro vyklízování dříví v polozávěsu vlečením, případně i pro jeho nakládání na OM.



Obr. 18.10. Zařízení Snorkel

**Stavební jeřáby** byly použity v Rakousku pro vyklizování dříví v horských podmínkách v oblastech s hustou sítí komunikací v případech, kdy je v selektivní těžbě dominantním požadavkem šetrnost vůči stojícímu porostu, např. při vyklizování dříví z odrůstajících nárostů a při výběrném způsobu těžby. Použitelné jsou v prudkých svazích, ve kterých vyložení ramene jeřábu obsáhne hloubku porostu až k níže vedené cestě.



**Obr. 18.11. Stavební jeřáb v soustřed'ování dříví**

**Noční práce** není sice zvláštní technologií, ale je méně obvyklým způsobem organizace práce. Důvodem k ní je snaha o co nejvyšší časové využití prostředků, bývá též levnějším řešením, než střežení strojů a zařízení ponechaných přes noc na odlehlých pracovištích. Zřejmě nejsnáze realizovatelná, a tudíž i nejpoužívanější, je u harvesterových technologií lesní těžby.



## 19. ODVOZ DŘÍVÍ

Nedílnou součástí lesní výroby je **transport osob, materiálů, produktů, zboží či substrátů** (rozhodující komoditou je samozřejmě vytěžené dříví) z lesních porostů ven a z prostor mimo les do něj (pracovníků, sazenic, přípravků ochrany lesa, hasební techniky atd.). Každá doprava má být výkonná, rychlá, bezpečná, bezeškodná a laciná, proto se vytvářejí **dopravní systémy**, sestávající z dopravních prostředků, komunikací a technologií dopravy. **Složky dopravních systémů** se vzájemně doplňují a ovlivňují (změny v konstrukci vozidel umožňují změny v trasování a míře zpevnění komunikací i změny v technologiích transportu). **Odvozem dříví se v této kapitole rozumí** jeho přemísťování z lesa ke spotřebiteli nebo na sklady dříví. V kontextu dnešní terminologie tedy transportu dříví předchází soustředování dříví, neboli jeho přemísťování z lokality pařez (kde byly pokáceny stromy) na lokalitu odvozní místo, ze které je dříví transportováno (odváženo) dále.

Nejstarší formou transportu dříví na větší vzdálenosti byla vodní doprava, následována železniční dopravou až k v současnosti nejužívanější formě, kterou je odvoz dříví automobily. Pro vytvoření funkčního dopravního systému jsou způsoby dopravy dříví kombinovány (např. silniční se železniční, silniční s vodní, atd.).

Počátky **vodní dopravy** sahají ke kořenům lidské společnosti, protože osady se zakládaly u vodních toků, které byly i prvními přirozenými dopravními cestami. A protože dříví plave, lze předpokládat, že bylo mezi prvními přepravovanými materiály. Vodní doprava dříví byla prvním hromadným způsobem jeho dopravy a zůstala jím v oblastech, kde mimo splavných toků jiná komunikační síť (silnice, železnice) neexistuje nebo je nedostatečná. Říční síť ČR má 91 tis. km a 25 tis. vodních nádrží, splavných vodních cest je 663,6 km a délka labsko-vltavské cesty činí 303 km. Přesto má v současnosti v ČR doprava dříví po vodě minimální význam z důvodů její neznalosti a malé tradice dopravy dříví na lodích. Ve světě se vodní doprava, včetně dopravy námořní, provozuje ve velkém rozsahu – v EU se jí realizuje 10 % přepravních výkonů (v ČR 2 %). Po vodě se realizuje 80 % světového obchodu.

Na našem území mělo tradici jak volné plavení na bystřinných tocích i v umělých kanálech, se sezónním využitím umělých zásobních nádrží vody (klaus, klauzur, tajchů), tak plavení dříví ve svazcích (vorech), zejména po řekách Vltavě, Berounce, Sázavě, Otavě, Lužnici a Malši, ale i po Ohři, a na Moravě po Bečvě, Moravě a dále po Dunaji až do Budapešti. Písemné zprávy o vodní dopravě dříví u nás pocházejí z roku 1130. Doklady o umělém splavňování řek pocházejí z roku 1366 (nařízení Karla IV., ukládající minimální šířku propustí v jezích na 20 loktů – tj. cca 12 m). První loď z Českých Budějovic doplula do Prahy v roce 1550 a první plavební komora Županovice na Svatojánských proudech byla dokončena v roce 1729 (zaplavena byla v roce 1958 přehradou Slapy). Protože na splavných tocích byla lodní doprava ohrožována volně plaveným dřívím, které poškozovalo i jezy, bylo postupně volné plavení omezováno a v roce 1865 zakázáno. Nadále byla povolena jen plavba vorů, které často končily plavbu až v Hamburku. Vory byly vázány z několika „tabulí“ a jejich celková délka dosahovala až 180 m (při šířce tabulí 4,5 až 5,5 m a délce až 24 m). Jejich obsluha vyžadovala až 14 mužů. Mimo dříví svázaného do voru se dopravovalo ještě další dříví naložené na voru. Udává se, že na vor o délce 130 m bylo možné naložit dalších 60 až 80 m<sup>3</sup> dříví. Třetí tabule, obsahující brzdící zařízení, se nazývala vor šrekovni – šrek. Za proplavení územím obce pečující o vodní cestu se platilo dřívím vytnutým z voru (výtoň). Ústup vodní dopravy dříví byl v ČR poměrně pomalý, a ještě počátkem 60. let se plavilo 15 000 m<sup>3</sup> kulatiny a 50 000 m<sup>3</sup> rovnaného dříví ročně. Zánik dálkového plavení vorů na Vltavě přivedla výstavba přehrad v letech 1950-60. Plavba dříví na krátké vzdálenosti skončila v roce 1974, poslední komerční plavbou po Otavě do Žďákova. Na Slovensku byla ukončena vodní doprava dříví v roce 1992, posledním svozem rovnaného dříví s dunajských ostrovů na vlečných člunech. V současné době se v provozním rozsahu používá vodní doprava dříví jen na některých vodních nádržích, kdy se tak dopravuje dříví ze strmých svahů spadajících k hladině, které jsou s horní strany dopravně nepřístupné. Dříví se po těžbě gravitačně spouští k hladině, po které se pak ve svazcích vlečných tažným člunem dopraví k mělčině, kde se vytáhne lanem navijáku na břeh. Největší objem přepravy dříví naloženého na lodích směřuje do papírny ve Štětí.

**Výhodou vodní dopravy dříví** je energetická nenáročnost, nízké provozní náklady, možnost dopravy nadrozměrných nákladů (dýhárenských výřezů tropických dřevin), bezpečnost, spolehlivost, nízká hlučnost, minimální ovlivnění přírodního prostředí, a u plavení i to, že pobyt dříví ve vodě je dočasným opatřením proti poškození dříví výsušnými trhlinami, hnilobami a napadením hmyzem. **Nevýhodou vodní dopravy dříví** je její pomalost, zpravidla i sezónní omezenost (nízkým stavem vody, zámrzem, povodněmi), vysoká potřeba pracovních sil nebo ztráty utopením dříví. Nevýhodou je i nutnost kombinované přepravy tam, kde vodní cesty netvoří síť nebo je síť přerušena překážkami – peřejemi, vodopády, přehradami a mosty. Specifickým problémem říční lodní dopravy je vytížení plavidel, které se pohybuje kolem 40 %. To je způsobeno tím, že se nedaří zajistit obousměrné vytížení plavidel a že při nízkých vodních stavech není možno využít celou tonáž plavidla, ale jen tonáž odpovídající úředně stanovenému ponoru.

**Železniční doprava** byla dlouho před nákladními automobily prvním mechanizovaným, energeticky nenáročným transportem dříví, vycházejícím z poznatků koněspřežných železnic, kdy kůň po kolejkách utáhl až 30x těžší náklad než po silnici. Začaly se proto uplatňovat lesní železnice, které v některých státech světa stále hrají velmi významnou úlohu při dopravě dříví.



**Obr. 19.1. Doprava dříví koněspřežnou železnici**

**Automobilová doprava** zaznamenala první kroky v odvozu dříví automobily v roce 1930. Do té doby byla v České republice v odvozu dříví využívána zvířata. Rok 1930 byl přelomový, kdy byl na trh dodán nákladní vůz typu Tatra T27 upravený pro odvoz dříví s kapacitou 3 tuny. Nákladní vozy byly nakládány manuálně nebo pomocí systému dvou navijáků. Proto byla osádka složena z řidiče a 1 nebo 2 pomocníků. Od roku 1949 byl odvoz dříví vložen do rukou státních lesů. V roce 1956 přišel na trh model Tatra T138 a později T148. Tyto již byly koncipovány i jako návěšové soupravy, tedy tahač s pohonem kol 6x6 a návěšem, avšak nebyl nalezen žádný případ, že by tato konfigurace byla využívána v odvozu dříví. Mimo tovární značku Tatra se v lesnickém sektoru výrazně prosadila ještě značka Praga V3S, a to především díky konstrukci umožňující práci ve velmi obtížných terénech.

Dalším velkým krokem v odvozu dříví bylo zavedení hydraulického jeřábu (finská firma Fiskars) v šedesátých letech, který však do ČR přišel až o několik let později. Zavedení hydraulického jeřábu znamenalo, že již nebylo třeba pomocného personálu pro nakládání dříví. V roce 1983 byl na trh uveden model Tatra 815 v mnoha provedeních. Na dlouhou dobu se tento model stal naprosto dominantním v odvozu dříví v ČR pod typovým označením T815 PR2 a byl nejčastěji vybavován hydraulickými jeřáby typu Jonsered 90Z (dále Jonsered 100Z, Loglift FMZ-T nebo Hara 80). Nosnost tohoto stroje byla 11600 kg. Vůz byl nejčastěji kombinován s přípojnými vozidly typu DAV8, DAV12, DAN8, MV7 či PANA18 a občas byla k vidění i kombinace tahač návěšů a návěš.

## 19.1. Vodní doprava dříví

### 19.1.1. Systematika vodní dopravy dříví

Vodní dopravu dříví dělíme na:

- **volné plavení** (tj. plavení jednotlivých kusů)
  - po přirozených tocích
  - v umělých kanálech
- **plavení dříví ve svazcích** (tj. plavení ve vorech, pltích a rámech)
  - plavení po proudu
  - vlečení (na vodních nádržích a v pobřežních vodách, kde bývá kombinováno se soustředěním dříví vrtulníky – dříví je z vrtulníků shazováno do vody)
- **dopravu dříví na lodích**
  - říční dopravu
  - zaoceánskou dopravu.

### 19.1.2. Zásady pro volné plavení dříví

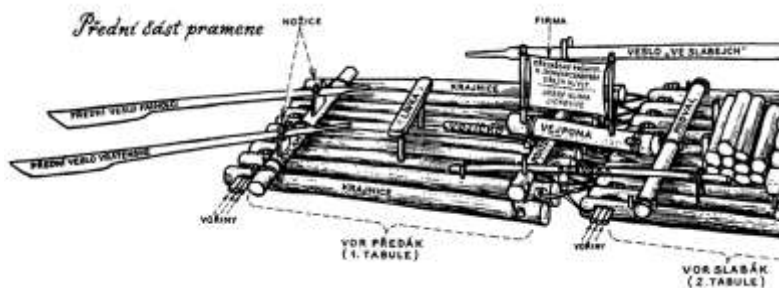
**Hloubka vody** pro plavení rovnaného dříví by neměla klesnout pod 60 cm, a pro plavení výřezů pod 100 cm. Čím vyšší je spád toku, tím nižší může být hloubka vody. Výška vody je výrazně proměnlivá, proto jsou velmi často budovány stavby umožňující nadržení vody. **Šířka toku** při volném plavení musí umožňovat otáčení plaveného dříví mezi břehy, aby nedocházelo k ucpání toku, ale na druhé straně nemá být o mnoho širší než délka plavených kusů, protože jejich pohyb je usměrňován z břehů plaveckými bodci.

Plavit lze dříví jehličnaté i listnaté, ale listnaté dříví musí být před plavením proschlé. I tak je možné jej plavit jen na krátké vzdálenosti, aby se neutopilo. Např. ve Finsku se bříza plaví až další rok po těžbě. Borovice a modřín se před plavením odkorňují, protože jejich borka intenzívně přijímá vodu a bez odkornění se brzy potápí. Některé tropické dřeviny nelze plavit vůbec.

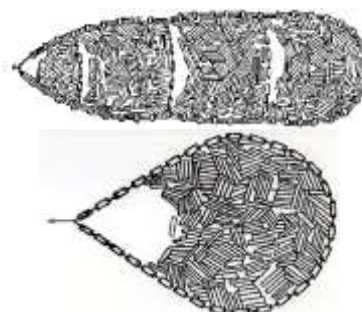
Aby volně plavené dříví nenarušovalo břehy, usměrňuje se v ohybech vodoteče technickými opatřeními jeho pohyb. Tato opatření jsou historicky nazývána „zátahy“ a byly konstruovány z kmenového dříví spojeného houžvemi a ukotvenými na březích vodních tocích tak, aby odrážely plující dříví od náspů, vedlejších zálivů a vodních závodů. Při volném plavení dříví je nutný dozor „plovářů“, kteří kontrolují jak technická opatření, tak i usměrňují plavené dříví háky.

### 19.1.3. Plavení dříví ve vorech a rámech

Ve vorech se plaví dlouhé dříví. Je to více vedle sebe ležících kmenů spojených houžvemi. Více vorů na sebe navazujících se nazývá „prameny“. V tomto uskupení měly některé vory významné postavení při přepravě, a proto byly pojmenovány např. takto: přední vor „předák“, druhý vor „spízník“, předposlední vor sloužící k zakotvení „šrekař“ a poslední vor „zadák“. Každý plavený kmen musel být předtím oloupan a vysušen. Délka vorů je podmíněna zátočinám vodního toku a šířka voru je podmíněna šířce toku a průplavů. Celý pramen je obsluhován celou řadou plavců usměrňujícím plavení. Např. pramen složený z 13-17 vorů, čítajících dohromady přibližně 140 m<sup>3</sup>, dříví byl obsluhován 9 plavci a 1 řídicím pracovníkem.



Obr. 19.2. Část pramene voru



Obr. 19.3. Plavení dříví v rámu

Základem **plavení dříví v rámech** je spojení oloupaných a vysušených kmenů do formy víceúhelníku houžvemi nebo skobami a řetězy. Celý tento rám je potom vlečen lodí nebo na malých tocích koňmi. Uvnitř takto vzniklého obrazce je volně plovoucí dříví.



#### 19.1.4. Lodní doprava dříví po řekách

V ČR se jen výjimečně používají **motorové nákladní lodě**, protože při dlouhé nakládce a vykládce dříví je odstaveno celé plavidlo. Běžně se používají **tlačné soupravy** (limitované rozměrem 135 x 10,6 m, daným velikostí plavebních komor), tvořené tlačným remorkérem (TR 500) a jedním či dvěma tlačnými čluny. Tlačné čluny TČ 1000, TČ 1150 a TČ 1200 mají krytý nákladový prostor o objemu 1400 m<sup>3</sup> a nosnost při ponoru 2,2 m 1250 tun (jeden tlačný člun se dvěma tlačnými čluny tak nahradí 50 kamionů). Vzhledem k nízké měrné hmotnosti dříví se zvyšuje přepravní prostor sklopnými či demontovatelnými nástavci na palubě až do 2 m výšky.

**Veřejné přístavy**, definované vyhláškou Ministerstva dopravy a spojů č. 222/1995 Sb., jsou při splnění podmínek plavebního provozu přístupné každému provozovateli plavidla. Přístavy ve vyhláске neuvedené jsou **neveřejné**, do nichž je možné vplout jen se svolením majitele. Vplutí může být zpoplatněno. Přístavy – terminály mají možnost překládky z plavidel na železnici a silniční vozidla. Nejvýznamnější jsou Praha – Holešovice, Kolín, Mělník, Krásné Březno a Děčín. Ke zřízení a provozování přístavu dává souhlas Státní plavební správa (z hlediska plavebního) a příslušný stavební úřad (z hlediska stavebního a vodohospodářského). Potřeba jednoduchého nakládacího a vykládacího prostoru je řešitelná zřízením **nakládací hrany**. Povolení výstavby a provozu nakládací hrany je rovněž v působnosti příslušného stavebního úřadu a Státní plavební správy.



Obr. 19.4. Říční lodě s nákladem dříví



Obr. 19.5. Nakládání dříví na říční loď

**Kvalifikace posádek plavidel** se posuzuje podle vyhlášky č. 224/1995 Sb., Ministerstva dopravy a spojů, a podle Kritérií Státní plavební správy, která vystavuje a eviduje všechny průkazy způsobilosti. Většina průkazů způsobilosti platí jen pro plavby na území ČR a pro labskou vodní cestu do Hamburku. Pro Rýn, Havelu a Dunaj tyto doklady neplatí. Pro ně je nutný Rýnský patent (Plavební osvědčení pro Rýn), který vystavuje Wasser und Schifffahrtsdirektion Ost v Duisburgu v Německu.

Po Labi je možné plout do Hamburku, nebo s použitím kielského kanálu do Kielu, přes kanál Elbe – Lübeck do Lübecku, případně Elbe kanálem do Wiesmaru. S plavbou přes Mittelland kanál (odbočením z Labe v Magdeburku) je možné plout do Brém, Antverp, Amsterdamu a Rotterdamu. Po Odře je možné plout do Svinouští, nebo se s použitím kanálů přesunout na Labe a pokračovat po labské cestě, nebo se z Odry přesunout kanály na Vislu a skončit plavbu v Gdaňsku. Plavba po Moravě do Dunaje je možná teoreticky (s technickými obtížemi v úseku Hodonín – soutok s Dunajem). Rozvoji plavby brání i mezinárodní legislativní omezení, či nevyjasněnosti. Z hlediska perspektiv je spíše opouštěn (rok 2022) již sto let starý záměr průplavu Dunaj, Odra, Labe, který by měl řekou Odrou propojit ČR (Přerov) s Polskem, Dunaj přes řeku Moravu propojit s Přerovem a Labe propojit s Přerovem od Pardubic. Ke splavnému toku by se dostala oblast Beskyd a část Jeseníků, a Pardubice by se staly významnou křižovatkou vodních cest (mimo současného významu silničního a železničního terminálu).

#### 19.1.5. Překážky na vodních cestách

Obvyklou překážku na vodních cestách tvoří mosty, a to zejména v ploché krajině, kde světlá výška mostu nad hladinou omezuje plavbu. Klasickým řešením jsou zdvihací mosty (nebo jejich sekce), které sice proplutí umožňují, ale jen v určitém časovém režimu. Jezy a přehrady způsobují nesoulad výšek hladin vodní cesty, což je tradičně technicky řešitelné plavebními komorami (zdymadly), které

však plavbu výrazně zpomalují a jejichž provoz je limitován dostatečným přítokem vody z horního toku. Méně časté, ale rychlejší a na přítok vody méně náročné jsou výtahy (lod' vpluje do „klece“, se kterou je po souši přetažena do dalšího plavebního úseku), a zdvihadla (lod' vpluje do „vany“, se kterou je zdvihnuta či spuštěna do dalšího plavebního úseku).

Při zaoceánské dopravě dříví se pro zkrácení trasy využívají průplavy, které mohou být prokopány až na úroveň hladiny moře (např. Suezský průplav), nebo je pro překonání pevniny použit systém zdymadel (např. Panamský průplav).

### 19.1.6. Technické památky dopravy dříví po vodě

V ČR je technickou památkou nejvyšší kategorie vodní dílo Josefa Rosenauera - **Schwarzenberský kanál** na Šumavě. Rosenauer dokončil plán v roce 1777, projekt byl schválen v roce 1779, a v letech 1789 až 1823 byl po etapách vystavěn kanál celkem 51 km dlouhý, včetně tunelu 419 m dlouhého (vysokého 280 cm a širokého 260 cm), překonávající rozvodí Černého a Baltského moře. Kanál měl ve dně šířku 1,5 až 2 m, a na horní hraně 3,5 až 4 m. Cesta vystavěná podél kanálu umožňovala pochůzku po celém vodním díle a přístup k němu v období plavení, aby bylo možné uvolnit uvízlé kusy. Vodu kanálu dodávaly místní potoky se třemi umělými nádržemi a Plešné jezero. Záměrem bylo dopravovat palivové dříví až do Vídně, ale technické možnosti narazily na omezení vyplývající z výhradního práva na plavbu dříví. Od roku 1793 začala plavba dříví na první části kanálu, současně byl kanál prodlužován (splácení dluhu současně s další výstavbou umožňovaly právě tržby za dříví). Tunel na Jeleních Vrších byl dokončen v roce 1823, sedmáct let po Rosenauerově smrti. Tunel není jeho projekčním dílem (Rosenauer chtěl obejít Jelení Vrchy kanálem dlouhým 19 km a vyjít 720 m daleko od míst, kde oblouk začínal), ale byl prokopán na návrh českokrumlovského lesního ředitele Meiera. Plavba polen postupně ztrácela na významu (zejména s výstavbou železniční tratě Volary - Nové Údolí – Haidmühle) a v roce 1916 se kanálem plavilo po celé jeho délce až do Mühlu a Dunaje naposled. Plavba celých kmenů se neuskutečnila nikdy, a to nikoliv pro obtíže technické, ale z důvodů právních! Roku 1887 byl dokončen železný smyk (který obrátil směr dopravy dříví od vodního předělu zpět do vnitrozemí k Vltavě), kterým bylo dopravováno dříví (i dlouhé) k železnému nádraží nebo dále tokem Vltavy až do papírny v Loučovicích. V roce 1962 bylo dříví na této trase plaveno naposled.



Schwarzenberský kanál



Plavení dříví kanálem



Dříví ve vodním žlabu

**Obr. 19.6. Plavení dříví kanály**

Historie **Vchynicko-Tetovského kanálu** začala koncem 18. století, kdy stoupala cena dříví, protože ve vnitrozemí jej byl nedostatek a v pohraničních horách chyběly přístupové cesty i prostředky pro jeho dopravu. Řešením se proto jevila vodní cesta. V lesích v okolí Modravy přicházela v úvahu řeka Vydra, ale její balvanité koryto mezi Antýglem a soutokem s Křemelnou plavbu dříví neumožňovalo. Proto Rosenauer v roce 1799 navrhl plavební kanál obcházející nesplavný úsek. V roce 1801 byl kanál hotov a konala se první plavba. Postup plavby byl dvoufázový, protože když v nižších polohách byly řeky plně splavné, na Šumavě teprve začínal tát sníh. Proto se prvním rokem plavilo dříví jen do Dlouhé Vsi nad Sušicí a druhým rokem v období, kdy byl v Otavě a Vltavě dostatek vody, se plavilo až do Prahy.

Mimo těchto vodních staveb existuje v ČR celá řada jiných unikátních vodních kanálů, např. Weissshuhnův kanál, projektovaný a vystavěný v letech 1889-1891, který byl využíván až do roku

1966, nebo plavební kanál Fláje-Clausnitz (splavný kanál flájský), jehož plány vznikly v roce 1612 (plavba ukončena v roce 1874), a další.

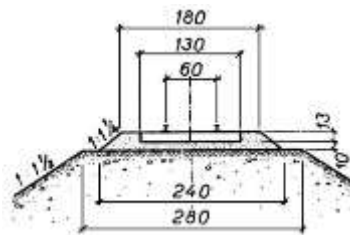
## 19.2. Železniční doprava dříví

### 19.2.1. Lesní železnice

Lesní železnice byly typické v rozsáhlých zalesněných oblastech s velkou zásobou dříví, ale bez splavných toků, kde se vyplatily stavební náklady, náklady na vybavení lokomotivami, vagóny a náklady na údržbu a provoz. Lesní železnice byly stavěny jako **úzkokolejné**, převážně s rozchodem 600 mm (ale i 760, 650, 700, 950 a 1 000 mm), jen výjimečně jako **miniúzkorozchodné** s rozchodem stavebních drážek 320 mm. Při kalamitných těžbách byly stavěny i **drážky mobilní**, využívající skutečnosti, že nutné zemní práce pro položení kolejového svršku byly minimální (zejména ve srovnání s budoucími lesními silnicemi).



Obr. 19.7. Princip mobilní drážky



Obr. 19.8. Profil úzkorozchodné železnice

Doprava dříví lesními železnicemi byla energeticky nenáročná, protože v horách (**gravitační lesní železnice**) bylo dříví dopravováno zásadně z kopce dolů gravitací, nahoru proti kopci byly lokomotivou (koňmi) taženy jen prázdné vagóny. V rovinách byly stavěny lesní **železnice motorické**, u nichž byly lokomotivy dimenzovány na tažení naložených vagónů.

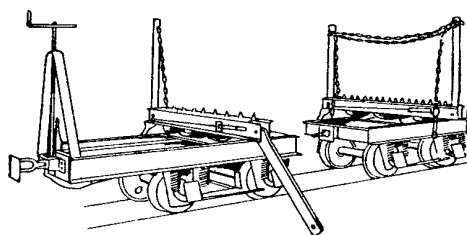
První lesní železnice v Čechách, s rozchodem 1 120 mm, vedla z Prahy (Dejvic) na Křivoklát a do provozu byla uvedena v roce 1830. Oravská lesní železnice na Slovensku byla uvedena do provozu až v roce 1867, a první lesní železnice v Bavorsku v roce 1868. Do výuky na Banickéj a lesníckej akademii v Banskej Štiavnici byl zařazen předmět Stavba železnic a mostov již v roce 1872. Většina lesních železnic na území Československa však byla postavena po roce 1900 a v provozu se udržela i po roce 1945. V Břeclavi se lesní železnice provozovala do roku 1960 a lesní železnice Slunečná na Lesním závodě Bruntál dosloužila v roce 1970. Na Slovensku byla v letech 1904-1966 v provozu i jediná elektrifikovaná lesní železnice Lubochňa – Čierny Kameň. Obnova lesních železnic je v našich podmínkách nereálná, v těch evropských zemích, kde jsou v provozu, jsou především turistickou atrakcí (až na výjimky, jako je např. Rumunsko).



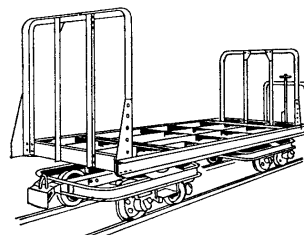
Obr. 19.9. Doprava dlouhého i krátkého dříví lesní železnicí (Víglaš)



**Vagóny lesních železnic** pro dopravu dlouhého dříví se od vagónů na veřejných železnicích liší tím, že samostatný dvounápravový podvozek nese jen jeden klanicový oplení. Dva podvozky spojuje do jednoho funkčního celku dopravované dříví a určuje tak délku naloženého vagónu. Vagóny pro rovnané dříví se v principu od vagónů pro veřejné železnice v zásadě neliší.



Obr. 19.10. Podvozky pro dopravu dlouhého dříví



Obr. 19.11. Úzkokolejný vagón na rovnané dříví

### 19.2.2. Veřejné železnice

První veřejná železnice byla uvedena do provozu v Anglii v roce 1801 a první parní železnice v roce 1825. Na českém území byla první veřejnou železnicí koněspřežka České Budějovice – Linec, jejíž výstavba započala v roce 1825 a provoz na ní byl zahájen v roce 1828. První parní lokomotiva se objevila na trase Vídeň – Břeclav v roce 1839 a první elektrifikovaná trať normálního rozchodu zahájila provoz v roce 1903.

Jen u některých rozchodů železnic lze vysledovat vazbu na anglickou stopu (30,48 cm). Rozchod 760 mm = 2,5 stopy byl normalizován v Rakousko-Uhersku, a proto jej mají všechny bývalé státní úzkorozchodné dráhy, např. Jindřichohradecké místní dráhy (JHMD), které jsou v provozu od roku 1897.

Význam veřejné železniční přepravy (**normální rozchod 1 435 mm, široký rozchod 1 524 mm**) spočívá v mezistátní a vnitrostátní přepravě na větší vzdálenosti, a jako energeticky méně náročná a ekologicky příznivější než přeprava silniční by měla být podporována vládní politikou. Mimo normálního a širokého rozchodu jsou v Evropě používány i jiné rozchody, ve Finsku, Estonsku, Lotyšsku a Litvě 1 520 mm, v Irsku 1 600 mm, v Řecku 1 000 a 750 mm, a v Portugalsku 1 668 a 1 000 mm.

**Ekonomická hranice přepravní vzdálenosti** mezi přepravou dříví po železnici a po silnici je proměnlivá, v závislosti na přepravních tarifech dráhy a cenové nabídce silničních přepravců. Obecně platí rozpětí **60-100 km** podle sortimentu, ale pro konkrétní případ je vždy **nutné ji ověřit kalkulací**. Protože část odběratelů dříví nemá přístup k železnici a překládka dříví z vagónů na odvozní automobilové soupravy dopravu dříví zdražuje a komplikuje, klesá objem železniční přepravy dříví a přesouvá se na dopravu silniční.

### Železniční dopravní cesta

Na základě platné právní úpravy Správa železnic, státní organizace (dále jen „SŽ“) plní funkci provozovatele a vlastníka dráhy.

#### Správa železnic

- **hospodaří** s majetkem státu, který tvoří především železniční dopravní cestu
- **plní funkci vlastníka** dráhy, zajišťuje provozování, provozuschopnost, modernizaci a rozvoj železniční dopravní cesty
- **přiděluje kapacitu** dopravní cesty a od 1. 7. 2008 je také provozovatelem celostátní železniční dráhy a regionálních drah ve vlastnictví státu
- **podniká v souladu se zákonem o živnostenském podnikání**.

V současné době je v ČR přibližně 9,5 tis. km železničních tratí, z čehož je řádově 3 tisíce km elektrifikováno. Stavební délka kolejí je celkem 15,5 tis. km. Na těchto tratích se vyskytuje celkem 6731 mostů o celkové délce 151,4 km a 156 tunelů o délce 42,4 km. Ač by se mohlo znát, že kategorizace železničních tratí není pro LH příliš významná, tak z hlediska přepravy dříví je tomu

právě naopak. Jelikož je dříví dopravováno hlavně z menších nádraží, jsou často limitujícím faktorem parametry tratě, nebo nádraží, zvláště pak při větších přepravovaných objemech. Významnými faktory jsou:

- Kategorie tratí (podle únosnosti) je určena maximálním zatížením na jednu nápravu (zatížení se počítá včetně vagonu).
- Ložná míra (průjezdí profil), je to profil, přes který nesmí přesahovat naložený náklad, jinak hrozí nebezpečí havárie (tunely, podjezdy), špatně naložený vagon není přijat k přepravě.
- Maximální délka vlaku – je dána délkami kolejí na nádražích kde probíhá, křížení protijedoucích vlaků.
- Maximální hmotnost vlaku – podle profilu trati je normována maximální hmotnost, kterou může jedna lokomotiva táhnout, do hmotnosti se započítává náklad, váha všech vagonů a váha lokomotivy. Také je normováno použití dvou lokomotiv.
- Délka nakládací koleje – limituje počet vagonů, které lze přistavit k nakládce.
- Obsluhy – jak často přijíždí lokomotiva, která odváží naložené vagony a přiváží prázdné vagony. Obsluhy mají intervaly v řádu hodin až dní.

### 19.2.3. Železniční nákladní vagony

Základní členění vagonů je na **dvounápravové (1 vozová jednotka)**, s nosností 25-30 tun, schopné přepravit náklad 30 m<sup>3</sup>; a **čtyřnápravové (2 vozové jednotky)**, s nosností cca 55 tun, schopné přepravit náklad 60 m<sup>3</sup> dříví. **Objednávky vagonů** se proto realizují ve vozových jednotkách. V železničářském žargonu je dvounápravový vagon „malý“, a čtyřnápravový „velký“.

Současný výběr **typů vagonů** pro dopravu dříví se zúžil na 5, z více než 80 typů provozovaných u ČD. Při dovozu dříví ze zahraničí, a při pronájmu vagonů od zahraničních společností se ale mohou objevit i vagony jiné. Mimo vagonů pro dopravu dříví se ještě někdy, např. při dopravě vánočních stromků, užívají vagony uzavřené. U ČD je **konstrukce vagonů** vyjádřena kódem z velkých a malých písmen (**N** nízkostěnné – bočnice nižší než 800 mm, **O** oplénové bez bočnic a čelnic, **V** vysokostěnné – bočnice vyšší než 800 mm, **U** vysokostěnné – uhláky, **a** čtyřnápravový vagon, **s** otevřený vagon s ložnou délkou nad 12 m, **e** vagon s šířkou podlahy 2,75 – 2,89 m, **t** ložná hmotnost nad 19 t, **d** otevřený vagon s ložnou délkou do 11 m, **r** vagon způsobilý přechodu na široký rozchod). Vagony způsobilé provozu na zahraničních tratích jsou ještě označeny kódem **RIV**. Mezinárodní označení vagonů ale není totožné s označením ČD a přechod na jednotné označení v EU se dlouho chystá.

### Označování železničních vozidel dle UIC

Pro všechny členské železniční podniky Mezinárodní železniční unie (UIC) platí jednotný systém mezinárodní identifikace železničních vozidel.

Číslo vozu je dvanáctimístné strukturované do pěti skupin

00 00 0000 0000 – 0 . . . . dvanáctimístné číslo vozu

00 . . . . . kód interoperability

00 . . . . . kód země, v níž je vůz registrován

0000 . . . . . přepravně-technické

000 . . . . . číslo vozu v konstrukční řadě (pořadové číslo)

- 0 . . . . kontrolní číslice.

**Maximální přípustná hmotnost nákladu** je stanovena pro rychlost 100 km.h<sup>-1</sup> a **třídu zatížení**: **A** - nápravová hmotnost 16 tun; **B** - nápravová hmotnost 18 tun; **C** - nápravová hmotnost 20 tun. Pro každý typ vagonu je stanoveno rozpětí hmotnosti nákladu jako závazné **vytížení vagonu**. Ve většině případů nelze vzhledem k objemové hmotnosti dříví a ložnému prostoru vagon přetížít při ložení podle třídy C, ale stát se to může ve třídě A, B u listnatých sortimentů ve všech třídách. Hmotnost nákladu deklarovaná v nákladním listu a vytížení vagonu se neposuzují podle skutečné hmotnosti naloženého dříví, ale podle smluvených průměrných hmotností uvedených v následující tabulce, která je výsledkem dávné dohody železnice a bývalého resortu lesního hospodářství.

Dříví těžené i vagonované v zimním období se považuje vždy za syrové. Za syrové se rovněž považuje dříví vytěžené v zimním období a dodané do tří měsíců od těžby i dříví vytěžené v letním období a dodané do 2 měsíců od těžby. Protože dříví není nedělitelný náklad, je nutné při možném překročení

přípustné hmotnosti snížit množství nakládaného dříví, neboť za každou započatou přeloženou tunu účtuje železnice sankční dopravné, které není povinen uhradit odběratel dříví a jde tedy k tíži expedujícího. Pro hlavní trati platí třída zatížení C, na export, na lokálních tratích, a při opravách tratí za provozu může být hmotnost nákladu omezena. Proto je třeba dávat pozor při odeslání naloženého vagónu připraveného pro určitého odběratele jinému odběrateli (po zjištění nesolventnosti atd.). Stejně nepříjemně může dopadnout predisponování vagónu jinému odběrateli v případě odlišného způsobu ložení.

Sortiment	stav vlhkosti*	měrná jednotka	smrk jedle	borovice modřín	buk	dub	ostatní listnaté	
							tvrdé	měkké
kulatina	syrová	m <sup>3</sup>	800	910	1 150	1 150	1 150	1 000
	proschlá	m <sup>3</sup>	630	685	1 060	1 060	1 060	900
vlákninové dříví rovnané dříví užitkové	syrové	prm	545	560	630	630	630	560
	proschlé	prm	415	435	530	530	530	400
Palivo	syrové	prm	454	454	550	550	550	475
	proschlé	prm	375	375	475	475	475	360

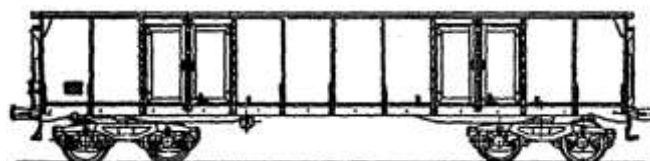
\* hmotnost v kg za měrnou jednotku

Tab. 19.1. Hmotnosti dříví pro dopravu po železnici

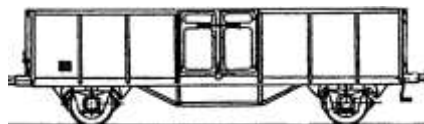
Kód ČD/Mezinárodní kód Slangový název	Počet náprav	Počet vozových jednotek	Výška bočnic (stěn) mm	Ložná šířka podlahy mm***	Ložná délka podlahy mm	Ložná plocha m <sup>2</sup>	Ložný prostor m <sup>3</sup>	Max. hmotnost nákladu v tunách pro třídy zatížení		
								A	B	C
Uae/Eas velký uhlák	4	2	2 025	2 760	12 800	35,3	71,5	41	47	57
Vte/Es malý uhlák	2	1	1 500	2 760	8 760	24,2	36,2	18,5	22,5	26,5
Na/Res velký klaničák se sajtnami	4	2	1 300* 520	2 640	18 500	48,9	63,5** 25,4	39	47	55
Nas/Res velký klaničák s nízkými sajtnami	4	2	1 430* 300	2 560	18 680	47,8	68,4** 14,3	38,5	46,5	54,5
Oa/Scmms velký klaničák s oplnem	4	2	1 500*	2 500	14 000	35,0	52,5** -	38,5	56,5	54,5

\* výška klanic  
\*\* ložný prostor do výšky klanic (bočnic). Využitelný ložný prostor je ale větší, protože lze nakládat do oblouku nad úroveň klanic (bočnic), pokud výška oblouku nepřesáhne 1/3 šířky nákladu  
\*\*\* ložnou šířkou podlahy se u vozů s klanicemi rozumí šířka mezi nimi. Šířka podlahy je větší.

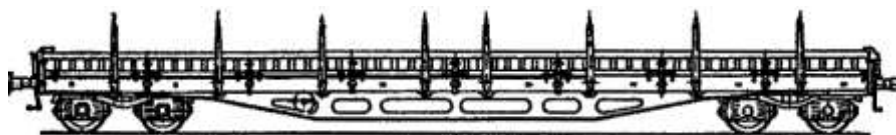
Tab. 19.2. Některé údaje vybraných typů vagónů



Obr. 19.12. Čtyřnápravový vagón s označením Uae, nazývaný „velký uhlák“

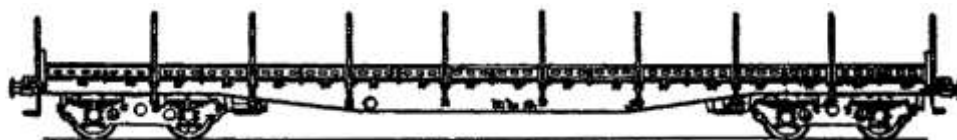


Obr. 19.13. Dvounápravový vagón s označením Vte, nazývaný „malý uhlák“

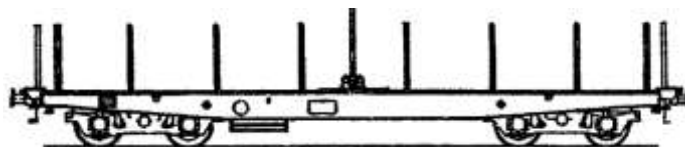


Obr. 19.14. Čtyřnápravový vagón s označením Na, nazývaný „velký klaničák se sajtnami“



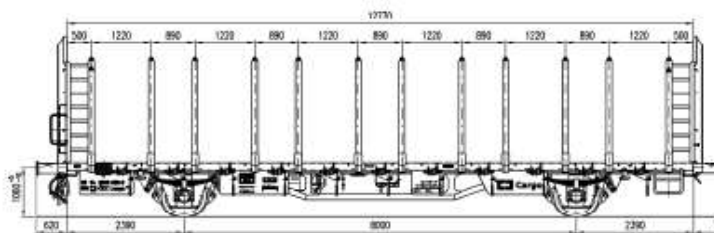


Obr. 19.15. Čtyřnápravový vagon s označením Nas, nazývaný „velký klaníčák s nízkými sajtnami“

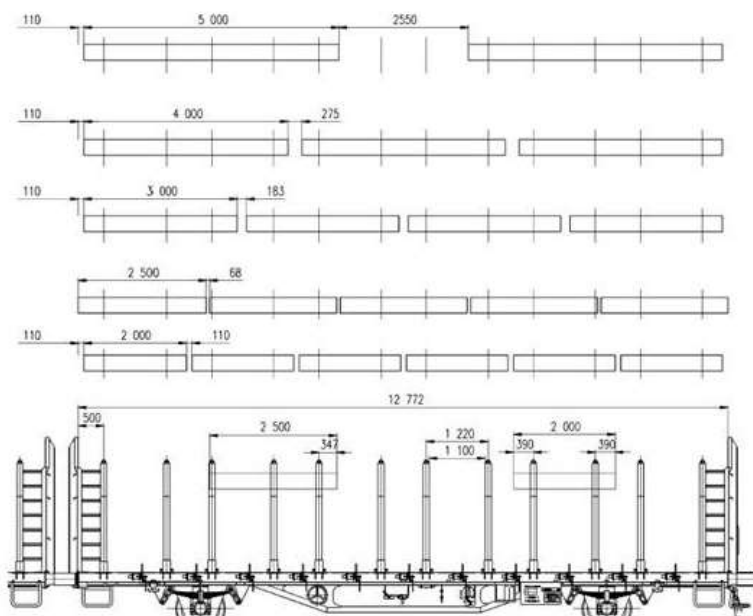


Obr. 19.16. Čtyřnápravový vagon s označením Oa, nazývaný „velký klaníčák s oplnem“

V posledních letech jsou klasické typy vagonů doplněny o některé další, novější konstrukce vagonů, jako jsou např. vagony řady Laaps – viz obr. 19.17. a 19.18.



Obr. 19.17. Vagon řady Laaps, klanicový, délka ložného prostoru 8,0 m



Obr. 19.18. Vagon řady Laaps, klanicový, délka ložného prostoru 12,7 m. V horní části obrázku způsoby ložení dříví.

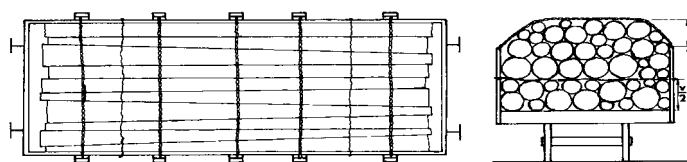
#### 19.2.4. Nakládání, ložení a expedice vagonů

**Nakládání železničních vagonů** se provádí různými prostředky (dopravníky, nakladači, jeřáby, hydraulickými jeřáby, i ručně) a způsob **ložení vagonů** musí vyhovovat železnici i odběrateli. Drážní předpisy, které jsou na expedičních skladech k dispozici, stanovují obrysy naložených vagonů a způsob jejich zajištění, aby se při rozjíždění a brzdění náklad neposunul. U klanicových vagonů musí být klanice zajištěny v poloviční výšce (původně páleným drátem tloušťky 4 mm, nyní obvykle textilní páskou) a jejich horní konce musí být sepnuty řetězem a zajištěny. Dále musí být každá hráň kulatiny i rovnaneho dříví dvakrát připevněna k vagonu stejným způsobem. To je pracné i nákladné, a proto jsou pro ložení dříví oblíbeny "uhláky", které klanice nemají (zajišťuje se jen náklad přesahující výšku bočnic), a nízkostěnné vagony, u nichž odpadá jištění klanic uprostřed výšky. Při ložení

kulatiny smí být nad klanicemi oblina do výšky 1/3 šířky nákladu. Odběratel si může s ohledem na způsob vykládky klást podmínky na ložení vagonu, s tím že požadavek musí specifikovat písemně, včetně jednoduché kresby ložení. Žádaný způsob ložení nesmí odporovat požadavkům železnice, kterou jsou nadřazeny. Vagónování rovnaného dříví napříč vagonu je možné jen nakladači s rotátorem na výložníku, nebo hydraulickými jeřáby.

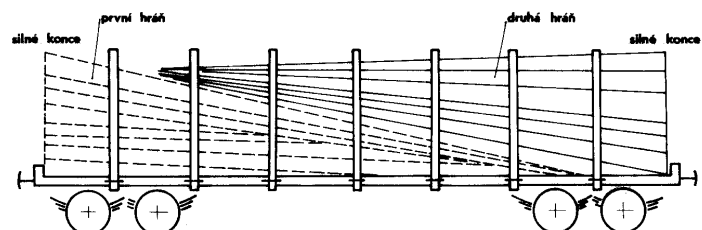
**Doklady doprovázející vagon** jsou **dodací list** (jeho kopie je přílohou faktury, obsahující i přeúčtování dopravného), **nákladní list**; a v případě expedice dříví do zahraničí **nákladní list na export**, **celní deklarace** (zajišťovaná i prostřednictvím spedičních firem) a **rostlinolékařské osvědčení** (fytopatologický atest).

**Úhrada dopravného** se liší v **tuzemsku** a **do zahraničí**. V tuzemsku se celé dopravné účtuje odběrateli tak, že u dodávek osových se účtují náklady na přepravu, u železniční dopravy zaplatí přepravu expedující, ale současně s fakturou za dodané dříví přeúčtovává dopravné odběrateli. Ten však neplatí vagónování, které jde k tíži expedujícího (stejně tak, jako u tzv. osových dodávek nakládání na auto). S tím je tedy třeba kalkulovat ve vlastním finančním plánu. Aby měl odběratel jistotu, že neplatí zbytečně mnoho, může prosadit do smlouvy maximální částku za dovezení 1 m<sup>3</sup> dříví. Pak je optimalizace přepravy na expedujícího. U exportů hradí prodávající dopravné po našem území a přepravu po území cizích států hradí odběratel. Proto jsou ceny dříví na export o něco vyšší než v tuzemsku. Do obchodní smlouvy je třeba uvést i hraniční přechod, přes který bude dodávka směřována, protože délka přepravy po území ČR a po území cizích států může být případ od případu výrazně odlišná.



$v$  = výška klanic,  $v/2$  = poloviční výška klanic,  $h$  = výška nákladu nad klanicemi

**Obr. 19.19.** Příklad ložení dlouhého dříví do vagonu s klanicemi, a způsobu zajištění nákladu



**Obr. 19.20.** Příklad možného ložení surových kmenů

**Vagóny pro exportní dodávky** musejí mít označení RIV, a odpovídat zahraničním normám, včetně povolené rychlosti v prázdné a naložené soupravě. Jejich ložení může podléhat různým omezením (např. vzhledem k poloměřům tratí a tunelům na regionálních tratích v Itálii). Na základě požadavku expedujícího zajistí specifikaci zahraničních omezení ČD.

U lesnických hospodařících subjektů může být po železnici realizována i **doprava jiných substrátů**. Zajištění nákladu řeziva je obdobné jako u kulatinového dříví, a navíc musí být ještě každá hráň páskovaná. Méně často se po železnici expedují štěpky a vánoční stromky. Pro stromky je třeba v každém případě objednat uzavřené vagóny, aby nedošlo k úbytku zboží během přepravy. Při zasílání jakéhokoliv substrátu železnicí na adresu firmy je vhodné si v objednávce vymínit avizování odeslání zásilky, z důvodu včasného zajištění vykládky, pokud nemá firma trvalou vykládací službu.

**Objednávání vagonů** se provádí v několika časových horizontech. **Roční plán železniční přepravy** má charakter rámcové smlouvy, ve které se uvádí jen vozové jednotky v členění na tuzemsko a export, a uvažovaný objem přepravy v tunách. **Čtvrtletní plán** vychází z ročního plánu, ale konkretizuje již typy vagonů. **Plán na měsíc** upřesňuje směry dopravy, místa určení zásilek, a u exportů země určení a hraniční přechody. Zatímco předcházející plány jsou orientační, měsíční plán je dráhou považován za závazný v rozpětí  $\pm 10\%$ . Překročení tohoto rozpětí může (ale nemusí) být dráhou penalizováno. Posledním plánovacím dokladem je **přihláška nakládky (pětidenka)**, která je týdenním plánem nakládky. Předložena musí být dráze (a jí podepsána) minimálně 48 hod. před začátkem období. Při

veškerém jednání s dráhou je třeba zdůraznit kompetentnost, korektnost a včasnost. Vzhledem k tomu, že možnosti **penalizace** ze strany dráhy jsou značné (za pozdní naložení, za pozdní vyložení, za poškození vagonu, za nevyčištění vagonu po vykládce atd.), ale nemusí být využity, záleží na vzájemných dobrých vztazích. K těm patří i řádné písemné smlouvy v zásadních záležitostech.

V současné době probíhá **objednávání dopravy po železnici** prostřednictvím dceřiné společnosti Českých drah, a.s., tj. **ČD Cargo, a.s.** Objednání železničních vagonů je možné prostřednictvím webových stránek ČD Cargo, a.s., a to on-line na adrese <http://vozy.cdcargo.cz/katalog-vozu-hledani.htm?trideni=1&komodita=15>. Na těchto stránkách je k dispozici: jízdní řád železniční dopravy, seznam železničních stanic v ČR, harmonizovaná nomenklatura zboží, dopravní směrovací údaje pro vozy v nákladní dopravě, katalog železničních vozů, výpočet tarifního dovozného, záказы nakládky, mezinárodní služebny, jednotný železniční kurz, tabulky záloh na zahraniční přepravné, příklady nakládání.

### 19.2.5. Vlečka a manipulační kolej

**Železniční vlečka** je odbočkou kolejí z trati ve stanici, nebo mimo ni. Činnost na vlečce neomezuje provoz na trati, s výjimkou železnicí vymezeného času, kdy jsou naložené vagony odtahovány z vlečky, nebo kdy jsou vagony přitahovány na vlečku k vyložení, či prázdné k naložení. Vlečka může být buď vlastní nebo v nájmu, případně ji může užívat více firem společně. Náklady na výstavbu a údržbu vlečky jsou vysoké, ale její uživatel může sám rozhodovat o jejím časovém využití. O zřízení (provozování) vlastní vlečky lze proto rozhodnout na základě ekonomické kalkulace vztažené k výši ročního vagonování.

**Manipulační kolej** je součástí železniční stanice, a proto se její časové využití pro nakládku a vykládku vagonů důsledně podřizuje zájmům stanice, což znamená, že pro nakládání a vykládání vagonů je k dispozici jen omezený čas, rozdělený do více intervalů během dne a noci. Z toho vyplývá nezbytnost respektování provozního řádu manipulační koleje, který v tomto případě vypracuje dráha. Manipulační kolej (jako výrazně levnější zařízení než železniční vlečka) tedy může vyhovět pro expedici dříví jen při nízkých ročních objemech vagonování.

Každý pohyb železničních vagonů po koleji (mimo jízdy vlaků) je **posun**. Používá se k němu **lokotraktor** (posunovací lokomotiva) nebo je zajišťován náhradními prostředky: ručně, motorovými vrátky, motorovými silničními vozidly a jeřáby. V zásadě je posun **ruční** nebo **mechanizovaný**. Povolené způsoby **posunování vagonů** jsou uvedeny v provozním řádu manipulační koleje nebo ve vlečkovém řádu. Vlečkový řád vypracovává správce vlečky a po schválení dráhou je řád závazný pro všechny uživatele. Pro posun musí být vypracován **místní posunovací řád**, který musí mít řadu náležitostí, zejména: kvantifikaci max. hmotnosti posunovaného vozidla; místo, kam směřjí vagony dojet; způsob zastavení posunovaných vozidel; místo a způsob ukládání zářezek; minimální počet pracovníků při posunu; a jméno odpovědného pracovníka za provoz zařízení k posunu. Místní posunovací řád musí být k dispozici tam, kde se posun provádí, a musí být průběžně aktualizován.

### 19.3. Technologie odvozu dříví automobily

**Exploatační technologie** odvozu dříví jsou charakteristické pro extenzivní těžby v USA, bývalém SSSR, Kanadě atd. Dříví se dopravuje v co největších délkách anebo v krátkých výřezech. Hydraulický jeřáb na vozidle se nepoužívá a nakládání v pasece i skládání dříví u odběratele se provádějí nakladači. Lokalita „odvozní místo“ v našem slova smyslu neexistuje a vozidla musejí být schopna terénní jízdy do paseky. Přibližovací vzdálenosti jsou krátké, protože středem paseky je průběžně upravováno dočasné zemní těleso nezpevněné komunikace (skrejprem, dozerem). Odvozní soupravou je nejčastěji třínápravový tahač s třínápravovým návěsem, doplněný přívěsem (i dvěma). Užitečná hmotnost souprav bývá přes 100 tun. Exploatační technologie odvozu dříví jsou odrazem vysoké koncentrace dříví k těžbě a dlouhých odvozních vzdáleností. Proto je vhodnější používat samostatné nakladače obsluhující více odvozních prostředků a při dlouhé odvozní vzdálenosti využívat celou užitečnou hmotnost vozidla pro náklad, a nepřevážet hydraulický jeřáb na vozidle.

**Evropské technologie** odvozu dříví závisejí na formě dopravovaného dříví (surové kmeny v transportní délce; kulatinové výřezy středních délek; krátké výřezy; rovnané dříví; celé stromy nebo

jejich sekce), konstrukčním řešením vozidel (valník, tahač, kontejnerový nosič) a nakládacím zařízením (naviják, hydraulický jeřáb). Proto jsou velice různorodé. Obecně platí, že koncentrace dříví na jedno odvozní místo je nízká, a relativně nízké jsou i odběratelské kapacity. Není proto účelné vybavovat každé odvozní místo nakládacím zařízením a rovněž se nepředpokládá, že všichni odběratelé budou vybaveni zařízením pro skládání nákladu. Proto je obvyklé, že je odvozní prostředek vybaven vlastním zařízením pro nakládání i skládání dříví, a to i za cenu snížení jeho užitečné hmotnosti.

### 19.3.1. Systematika prostředků pro odvoz dříví po komunikacích

**Silniční vozidla** pro odvoz dříví dělíme na

- **nemotorová vozidla** (potahové vozy)
- **motorová vozidla** (poháněná vlastním motorem)
- **přípojná vozidla** (nemající motor a neschopná pohybu bez spojení s tažným vozidlem)
- **odvozní soupravy** (tvořené tažným vozidlem + přípojným vozidlem či vozidly).

**Nemotorová vozidla** – potahové vozy, byly rozhodující pro odvoz dříví až do 60. let minulého století. Podle konstrukce jsou členěny na valníkové, plošinové a klanicové.

**Motorová vozidla** pro odvoz dříví dělíme na

- **traktory**, použitelné jako tažná vozidla pro odvoz dříví na valníkovém či klanicovém přívěsu, a pro odvoz štěpek ve velkoobjemovém přívěsu
- **sortimentní vyvážecí traktory a soupravy**, určené primárně pro vyvážení a použitelné i pro odvoz rovného dříví a krátkých výřezů na krátké odvozní vzdálenosti (pro odvoz po veřejných komunikacích musí být vybaveny osvětlením, a náklad musí být zajištěn)
- **nákladní automobily**, rozlišované dále
  - podle schopnosti jízdy terénem na **silniční** a **terénní** (terénní vlastnosti se posuzují podle světlé výšky vozidla, předního a zadního nájezdového úhlu, počtu hnaných náprav, rozměrů pneumatik, počtu převodových stupňů a vybavení uzávěrkou diferenciálu)
  - podle skupin sortimentů dříví, pro které jsou určeny, na automobily **pro odvoz dlouhého dříví, pro odvoz rovného dříví, resp. výřezů, a pro odvoz štěpek**
  - podle konstrukce na
    - **valníky**, použitelné bez úprav pro odvoz rovného dříví, s klanicemi pro odvoz krátkých výřezů, a s oplenem a ve spojení s polopřívěsem pro odvoz dlouhého dříví
    - **plošinové automobily**, vybavené pro odvoz rovného dříví a krátkých výřezů klanicemi, pro odvoz dlouhého dříví vybavené oplenem a ve spojení s polopřívěsem
    - **tahače návěsů**, bez vlastní ložné plochy, neschopné proto samostatně přepravovat náklad. V zadní části rámu má tahač návěsné zařízení – točnici, do které zapadá čep návěsu. Přední část návěsu dosedá na točnici a tím přenáší podstatnou část hmotnosti návěsu na tahač
    - **kontejnerové nosiče**, bez vlastní ložné plochy, neschopné proto samostatně přepravovat náklad.

**Přípojná vozidla** se dělí podle provedení ložné plochy na vozidla **plošinová, valníková a oplenová**, a podle způsobu připojení k tažnému vozidlu na:

- **přívěsy**, nesoucí náklad samostatně (náklad není ani zčásti nesen tažným vozidlem), řešené obvykle jako vícenápravové
- **polopřívěsy**
  - **jedenápravové**
    - bez oje
    - s ojí
  - **vícenápravové.**

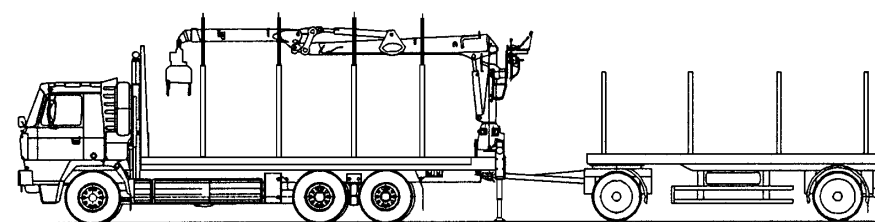
Polopřívěsy slouží k dopravě dlouhých materiálů, nejsou však schopny samostatně nést náklad. Náklad leží jednou částí na tažném vozidle a druhou na polopřívěsu, čímž zprostředkovává spojení soupravy. U polopřívěsů s ojí slouží oj pouze k řízení polopřívěsu - nevytváří z polopřívěsu přívěs! Při jízdě bez nákladu je polopřívěs spojen s tažným vozidlem závěsným zařízením, ojí, nebo je naložen na tažném vozidle.

- **návěsy**, které jsou přední částí uloženy na tažném vozidle. Nejsou tedy schopny nést náklad samostatně.

**Odvozní soupravy** vznikají spojením tažného motorového vozidla s přípojným vozidlem, resp. vozidly. Podle možných kombinací rozlišujeme

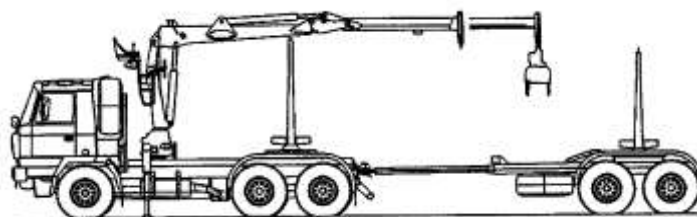
- **přívěsové soupravy** (tažné vozidlo + 1 a více přívěsů)
- **polopřívěsové soupravy** (tažné vozidlo + polopřívěs)
- **návěsové soupravy** (tažné vozidlo + 1 návěs)
- **kombinované soupravy** (tažné vozidlo + 1 návěs + 1 přívěs).

Ve všech soupravách musí být brzdy přípojného vozidla účinnější než brzdy vozidla tažného, aby při havarijním brzdění zůstala souprava směrově stabilní, a přípojně vozidlo netlačilo do tažného vozidla, což by mohlo způsobit "zalomení" soupravy. Proto nemohou být tažná a přípojná vozidla kombinována libovolně, ale jen podle doporučení výrobců!

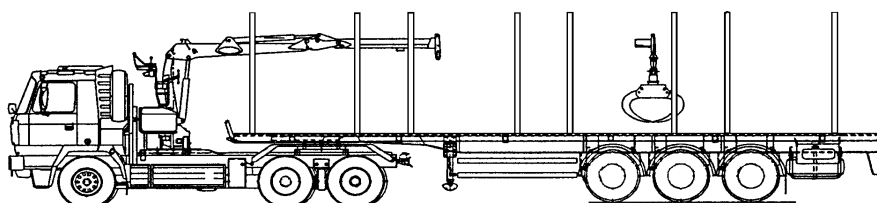


Hydraulický jeřáb na zádi vozidla umožňuje naložení jak základového vozidla, tak přívěsu

**Obr. 19.21. Přívěsová souprava pro odvoz výřezů a rovnaného dříví**



**Obr. 19.22. Polopřívěsová souprava pro odvoz dlouhého dříví**



**Obr. 19.23. Návěsová souprava pro přepravu 3 až 6 m dlouhých výřezů, případně i dlouhého dříví**

### 19.3.2. Terminologie v konstrukci silničních vozidel a odvozu dříví

**Drapák** (kleště) je klešťové zařízení k uchopení a přemísťování břemen, různě řešené podle účelu, kterému slouží: na rovnané dříví, dlouhé dříví, či chaotický materiál.

**Hydraulický jeřáb** (nesprávně hydraulická ruka) je zdvihací zařízení s výložníkovým ramenem, na jehož konci je zavěšen rotátor s drapákem. Všechny pohyby hydraulického jeřábu ovládány hydraulicky.

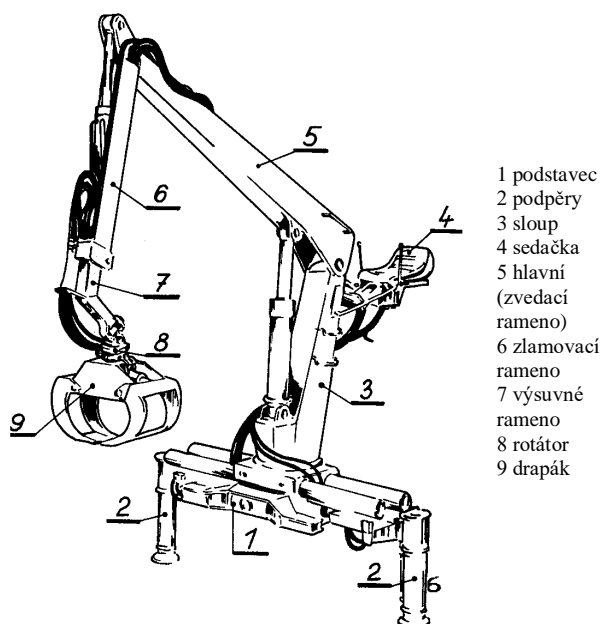
**Hydrogenerátory** (méně správně čerpadla) bývají zubové a pístové axiální, méně často šroubové, pístové radiální a lopátkové. Mechanickou energii převádějí na tlakovou energii kapaliny a jsou zdrojem tlakové kapaliny v hydraulickém obvodu.

**Hydromotory** mění tlakovou energii v mechanickou. Jsou přímočaré, rotační a kývavé. Přímočaré hydromotory (nesprávně pístnice či méně správně hydraulické válce) jsou jednočinné, nebo dvojčinné.

**Hydrostatický pohon** využívá tlakovou energii kapaliny pro vytváření silových a pohybových účinků. Je běžným principem využití hydropohonů v lesnických mechanizačních prostředcích.

**Hydrodynamický pohon** využívá pohybovou energii kapaliny a v lesnických mechanizačních prostředcích je používán méně často.

**Klanice** jsou svislé konzoly umístěné v různých vzdálenostech od sebe podél nebo napříč okrajů nosné plochy vozidla, zajišťující náklad. Jejich horní konce se spojují a zajišťují řetězy, ocelových lany či textilními pásy. Klanice mohou být pevné, vyklápěcí, zlomovací a teleskopické. Pokud jsou pohyblivé, smí být při skládání dříví otevírány jen z opačné strany vozidla, než kam bude dříví skládáno. Příslušenstvím klanic jsou kladky a nástavce klanic.



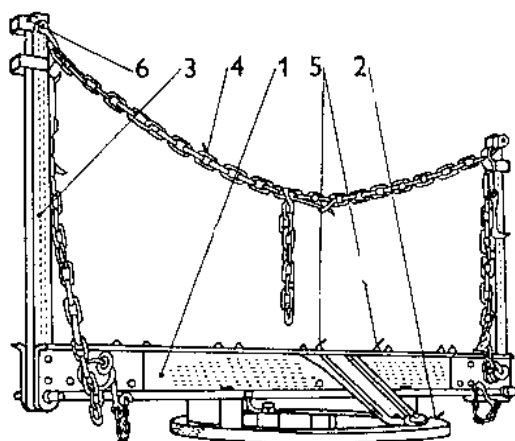
19.24a. Hydraulický jeřáb



Obr. 19.24b. HJ složený do tvaru Z

- 1 podstavec
- 2 podpěry
- 3 sloup
- 4 sedačka
- 5 hlavní (zvedací rameno)
- 6 zlomovací rameno
- 7 výsuvné rameno
- 8 rotátor
- 9 drapák

**Klanicové opleny** nesou a upevňují dlouhý kusový materiál (kulatiny, rour) na vozidlo. Skládají se z oplenu (nosné části přičně orientované k podélné ose vozidla, opatřené břitem či hroty proti sklouznutí nákladu), upevněného na točnici, a klanic.



- 1 oplens, 2 točnice, 3 sklopná klanice, 4 řetěz, 5 hroty, 6 objímka pro držák kladky nebo nástavec klanic

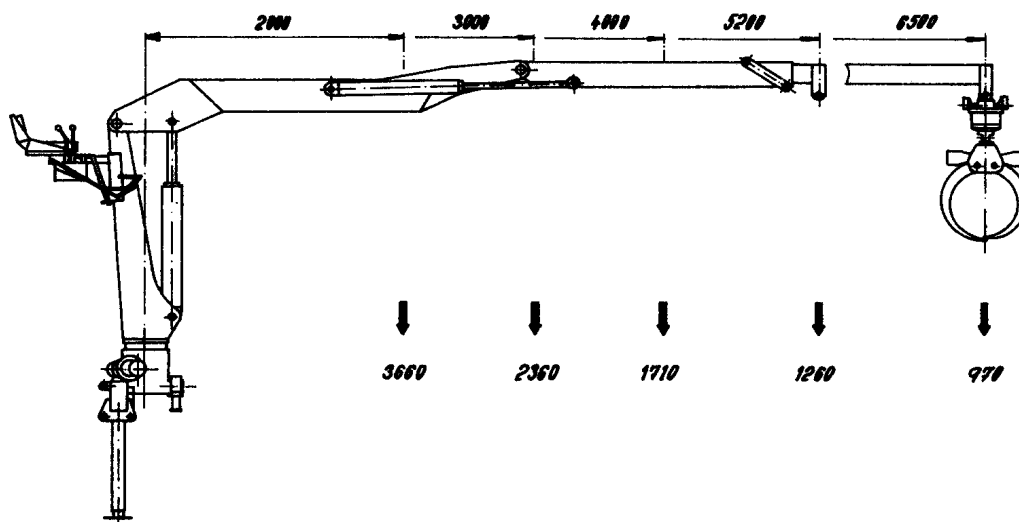
19.25. Klanicový oplens

**Nadvádění přípojného vozidla** slouží pro udržení stopy přípojného vozidla ve stopě vozidla tažného. Může být zajištěno ojí, lanovým, řetězovým či hydraulickým nadváděním nápravy, a u polopřívěsu nadváděním elektrickým (to vyžaduje závozníka, protože jej nemůže za jízdy ovládat řidič). Při nadvádění se natáčejí klanicové opleny ve směru natáčení kol, při částečném uzavření vnitřní části zatáčky přepravovaným nákladem. Uzavření je tím větší, čím větší je vzdálenost osy kol přívěsného



vozidla od klanicového oplenu tažného vozidla, a čím je poloměr zatáčky menší. Aby se nestala zatáčka pro protijedoucí vozidla neprůjezdná, je vyhláškou FMD č.102/95 Sb. omezena délka soupravy na max. 18 m (délka dříví 14 m a méně), v případě výjimky na 22 m (délka dříví cca 18 m).

**Nosnost hydraulického jeřábu** je nejvyšší hmotnost břemene, kterou lze hydraulický jeřáb zatížit. Okamžitá nosnost závisí na délce vyložení ramene (s délkou vyložení okamžitá nosnost klesá), a v technické dokumentaci se uvádí graficky jako zátěžový diagram. Viz též „zdvihový moment“.

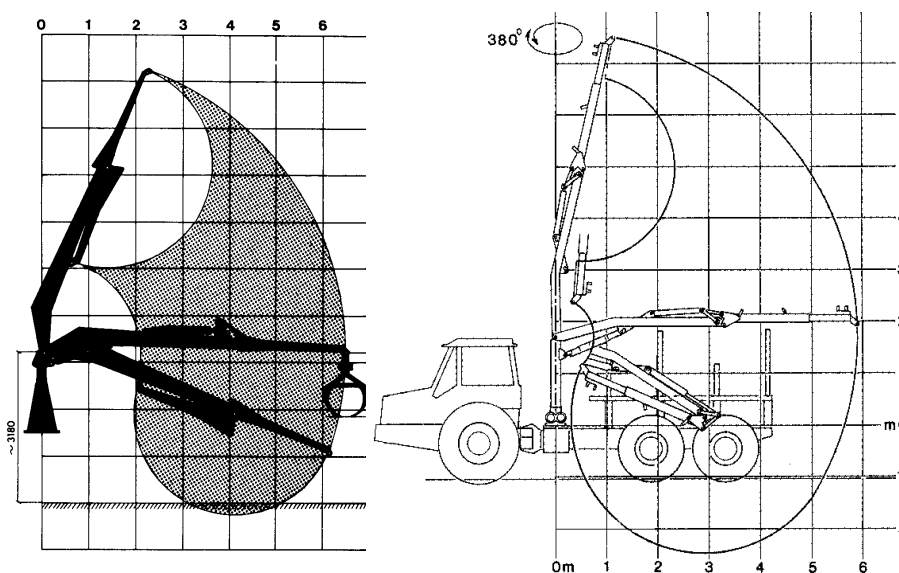


Obr. 19.26. Zátěžový diagram hydraulického jeřábu

**Podpěry hydraulického jeřábu** tvoří příčný nosník s výsuvnými válci (nohama) zajišťujícími příčnou stabilitu vozidla při práci s HJ.

**Podstavec hydraulického jeřábu** je základní část připojovaná k vozidlu či pevné základně. Bývá využíván i jako nádrž hydraulické kapaliny.

**Prostorový dosah hydraulického jeřábu** je dosah výložníku hydraulického jeřábu při mezních délkových a zdvihových polohách. V prospektech bývá znázorněn diagramem. Pozor je třeba dát na skutečnost, že výškové umístění hydraulického jeřábu na stroji tento dosah výrazně ovlivňuje!



Obr. 19.27. Diagram prostorového dosahu hydraulického jeřábu

**Rotátor** je zařízení umožňující horizontální otáčení drapaků zavěšeného na výložníku. Má buď otoč úhlově omezenou, nebo se jedná o nekonečný rotátor, umožňující otáčení v obou směrech bez omezení.

**Sloup hydraulického jeřábu** je svislá nosná konstrukce zajišťující otáčení hydraulického jeřábu v podstavci. Na sloupu hydraulického jeřábu je upevněn výložník.

**Výložník** je nosné rameno umožňující prostorový dosah hydraulického jeřábu. Tvořen bývá zvedacím ramenem, sklopným (zlamovacím) ramenem a výsuvným ramenem.

**Zařízení k zajištění nákladu** je řetěz, ocelové lano či textilní pás, pevně stahující náklad mezi klanicemi. Hráně rovného dříví mohou být zajištěny stejně, nebo ochrannou sítí, zabraňující uvolnění jednotlivých polen. Protože jízdu dochází k setřesení nákladu, čímž se jeho zajištění stává neúčinné, bývá v provozních směrnicích povinnost dotáhnout náklad před vjezdem na veřejnou komunikaci. Při přepravě celých nebo dělených stromů musí být prostor mezi klanicemi v korunové části dopravovaných stromů zabezpečen tak, aby nebyl ohrožen silniční provoz zasahováním větví do profilu vozovky - plechovou vanou, nebo gumovými pásy zavěšenými mezi klanice. Protože náklad stromů pruží, bývají klanice vybaveny kompaktačním zařízením, schopným náklad dotahovat. Proti posunutí dříví na kabinu musí být vozidlo vybaveno ochranným štítem, jehož funkci může plnit i hydraulický jeřáb, složený do tvaru „Z“ (viz obr. 19.24b.). Přesahuje-li náklad vozidlo o více než 1 m, musí být konec nákladu označen červeným praporkem či červeným světlem.

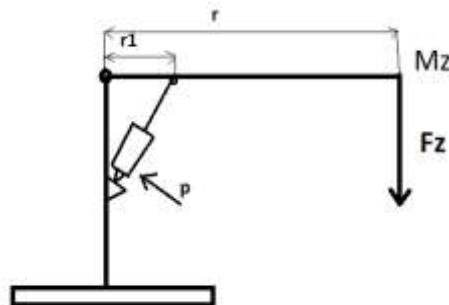
**Zdvihací zařízení** je soubor konstrukčních prvků a mechanismů určených ke zdvihání a přemísťování břemen – tedy nejen hydraulický jeřáb, ale např. i kladkostroj.

**Zdvihový moment  $M_z$  [Nm]** je součinem okamžité zdvihové síly  $F_{zi}$  [N] a jejího ramene  $r_i$ , [m], tj. okamžité vodorovné vzdálenosti břemene neseného výložníkem (ramenem) od sloupu hydraulického jeřábu (HJ). Je jedním ze základních parametrů HJ. Pro každý HJ existuje jen jediná velikost zdvihového momentu (neboli zdvihový moment je v každém místě vyložení HJ stejný). Jeho velikost je dána konstrukcí HJ (závisí na síle, kterou na rameno HJ působí přímočarý hydromotor; tato síla pak odvisí od účinné plochy pístu tohoto přímočarého hydromotoru, ovládajícího rameno HJ a od tlaku  $p$  hydraulické kapaliny vstupující do hydromotoru; silový účinek hydromotoru dále závisí na vzdálenosti  $r_i$  oka pístnice hydromotoru od ložiska uložení ramene HJ v sloupu HJ).

$$M_z = F_{zi} \cdot r_i = konst. \quad [\text{Nm}]$$

kde:

$M_z$  - zdvihový moment [Nm];  $F_{zi}$  - zdvihová síla [N];  $r_i$  - aktuální vzdálenost vyložení ramene HJ [m]



Obr. 19.28. Zdvihový moment, zdvihová síla a její rameno na HJ

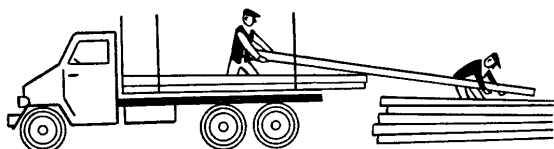
Ze zdvihového momentu hydraulického jeřábu  $M_z$ , udávaného výrobcem v technické dokumentaci, lze snadno vypočítat příslušnou velikost zdvihové síly  $F_z$  při konkrétním vyložení  $r_i$  takto:

$$F_z = M_z / r_i \quad [\text{N}]$$

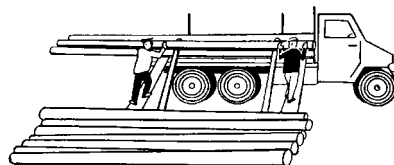
### 19.3.3. Nakládání dříví na odvozní prostředky

Evropské technologie odvozu dříví se vyznačují tím, že pro operativnost odvozního prostředku je na něm trvale převáženo nakládací zařízení (naviják, hydraulický jeřáb, zařízení pro nakládání kontejnerů). Výhodou je, že nakládat i skládat dříví lze kdekoliv. Nevýhodou je vyšší cena odvozního prostředku (o cenu nakládacího zařízení a jeho montáže) a nižší využití nosnosti vozidla pro vlastní náklad (o hmotnost nakládacího zařízení).

**Ruční nakládání** a skládání dříví je součástí malovýrobních technologií. Dlouhé dříví se nakládá ze zadní strany vozidla, protahováním mezi klanicemi, kdy jeden pracovník stojí vedle vozidla, a druhý za vozidlem. Nakládat tímto způsobem je možné jen dříví nízkých hmotností. Dříví vyšších hmotností se ručně navaluje na ložnou plochu vozidla po líhách. Těžší kusy musí být navalovány jen ze strany (z čel), aby při náhodném zpětném pohybu dříví nedošlo k úrazu. Výška navalování by neměla být vyšší než 1 m, a úhel stoupání líh by nemělo přesáhnout 30 %. Při ručním nakládání rovného dříví se nakládá se země, dokud je to fyzicky zvládnutelné. Potom jeden pracovník vystoupí na ložnou plochu vozidla a druhý mu polena podává. Polena nesmí být na ložnou plochu házena, aby nedošlo ke zranění.

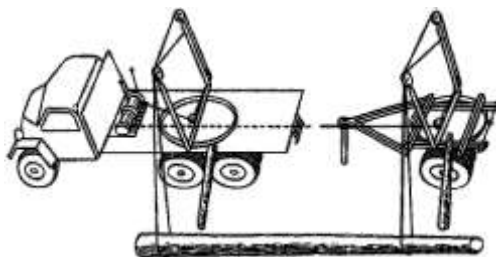


**Obr. 19.29. Ruční nakládání dlouhého dříví provlékáním mezi klanice**

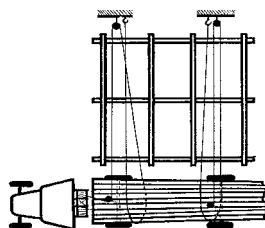


**Obr. 19.30. Ruční nakládání dlouhého dříví navalováním po líhách**

**Nakládání dvoububnovými navijáky** spočívá ve vytvoření dvou na sobě nezávislých smyček lana, které se při pevně ukotvených koncích lan na vozidlo zkracují navíjením na bubny navijáku. Výhodné je, že pohon navijáku je zajištěn motorem vozidla a hmotnost celého nakládacího zařízení je nízká. Brzda navijáku musí být dimenzována tak, aby zabrzдила břemeno v libovolné poloze. Klanice vozidel vybavených nakládacími navijáky bývají zlamovací v polovině délky, aby bylo možné část nákladu zajistit vztyčením částí klanic. Sklopená část klanice slouží jako návalek. Posádka vozidla musí být vícečlenná (1+1, 1+2), protože pohyb obsluhy s lany je časově a fyzicky náročný. Těžší kusy se nakládají vlečením po návalecích, aby byla potřeba tažné síly nižší, než při zdvihání. Začelení nákladu se docílí "nadbíháním" nakládaných kmenů. Pro nakládání dříví navijáky musí být dříví uloženo rovnoběžně s osou vozidla, a vzdálenost skládky od vozidla je limitována délkou lan. Při skládání dříví je zachován stejný princip jako při nakládání, s tím rozdílem, že konce lan a kladky se kotví na pevné body za skládkou.



**Obr. 19.31. Nakládání dlouhého dříví dvoububnovým navijákem na vozidle**



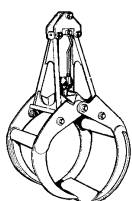
**Obr. 19.32. Skládání dlouhého dříví s vozidla dvoububnovým navijákem na vozidle**

**Nakládání a skládání dříví hydraulickým jeřábem** se v ČR objevilo koncem 60. let a rychle vytlačilo nakládací navijáky. Hydraulické jeřáby pracují na principu přeměny tlakové energie kapalin na mechanickou práci, a pohyby i způsobem práce se podobají lidské ruce. Jejich zvláštností je, že mohou sloužit jako i samostatná zařízení (rozvalovací a dávkovací zařízení na skladech) nebo mohou další zařízení nést (nakládací kleště; kácecí, procesorové a harvesterové hlavice; drapákové pily; zdvihací plošiny; vyžínače). Při jejich použití v odvozu dříví je výhodou nakládání v jednočlenné obsluze, rychlost nakládání, jakož i to, že dříví k odvozu může být skládkováno pod libovolným úhlem k odvozní cestě.

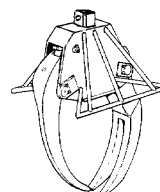
**Ovládání hydraulického jeřábu** je realizováno změnou dodávaného množství kapaliny a jejího tlaku, čímž se regulují otáčky, zatížení, smysl pohybu, změna rotačního pohybu na přímočarý a naopak. Nevýhodou je citlivost hydraulické kapaliny na znečištění, přítomnost vzduchu a vodních par. Změnou teploty kapaliny se mění její viskozita a tím i rychlost proudění a účinnost pohonu. Proto mívá hydraulický okruh nejen chladič, ale i zařízení pro ohřev kapaliny při nízkých teplotách.

Při **montáži hydraulického jeřábu na vozidlo** se mění jeho základní technické parametry, zejména rozměry a hmotnost. U vozidla pro odvoz dlouhého dříví se oproti valníku snižuje užitečná hmotnost montáží hydraulického jeřábu, klanicového oplenu a ochrany kabiny o 20-25 %. Nosnost základového vozidla proto musí být taková, aby toto snížení snesla. Moment stability vozidla musí převyšovat zdvihový moment výložníku, aby při zdvihání břemen nedošlo ke ztrátě stability vozidla, či dokonce k jeho převrácení! K úpravám vozidla musí dát souhlas jeho výrobce (zejména ke způsobu uchycení pomocného rámu na rám vozidla a ke změnám zatížení náprav) a tato úprava musí být schválena MV ČR, správou pro dopravu. Montáže HR mohou provádět jen oprávněné firmy podle schválené dokumentace.

**Umístění hydraulického jeřábu na vozidle** je vždy v podélné ose vozidla. U starších typů může být hydraulický jeřáb u nenaloženého vozidla uložen na ložné ploše, u naloženého vozidla je složen nad kabinou a částečně před ní. V současnosti se používají konstrukce hydraulických jeřábů, jež lze složit do tvaru písmene "Z" za kabinou. Tímto konstrukčním řešením je dosaženo nejpriznivější rozložení hmotností na nápravy a současně je vytvořena ochrana kabiny proti případnému posunu nákladu. Pro odvoz rovnaného a kráceného dříví jsou dvě možnosti montáže hydraulických jeřábů, a to buď za kabinou (pro vozidla sólo), či na zádi (vhodnější pro nakládání základového vozidla i přípojného vozidla).



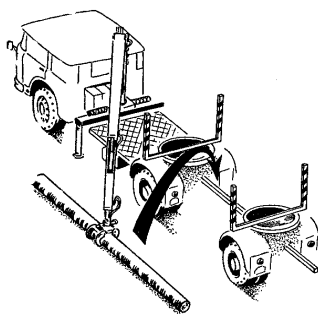
Obr. 19.33. Univerzální drapák na rovnané i dlouhé dříví



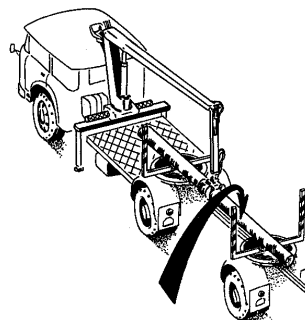
Obr. 19.34. Dvouprstý drapák na dlouhé dříví

Při **nakládání rovnaného dříví a krátkých výřezů** se používá na rozdíl od drapáku pro dlouhé dříví (může být jen dvouprstý) speciální nebo univerzální drapák. Rotátor umožňuje nakládání jak napříč, tak podél vozidla. Proto bývají odvozní soupravy s HJ používány i pro nakládání rovnaného dříví na železniční vagóny. Klasické čelní nakladače totiž umožňují nakládat na vagóny jen hráně orientované podél ložné plochy, zatímco odběratelé mohou požadovat ložení příčné.

**Nakládání dlouhého dříví hydraulickým jeřábem** se provádí **uchopením v těžišti** v případech, kdy dříví odpovídá hmotností zdvihovému momentu jeřábu. Je-li hmotnost kusů vyšší, používá se technika nakládání dříví **s opřením o opěrku, provlečením mezi klanicemi, nebo zvážením těžiště**.

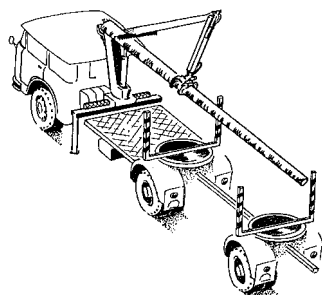


a) uchopení kmene

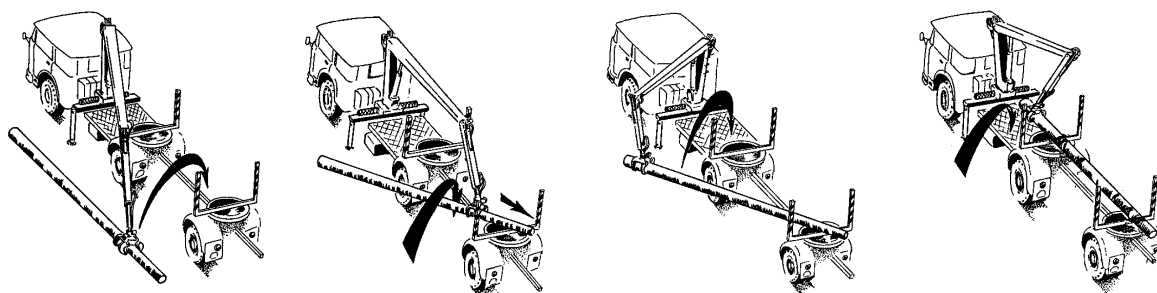


b) uložení kmene mezi klanice

Obr. 19.34. Nakládání dlouhého dříví hydraulickým jeřábem uchopením kmene v těžišti

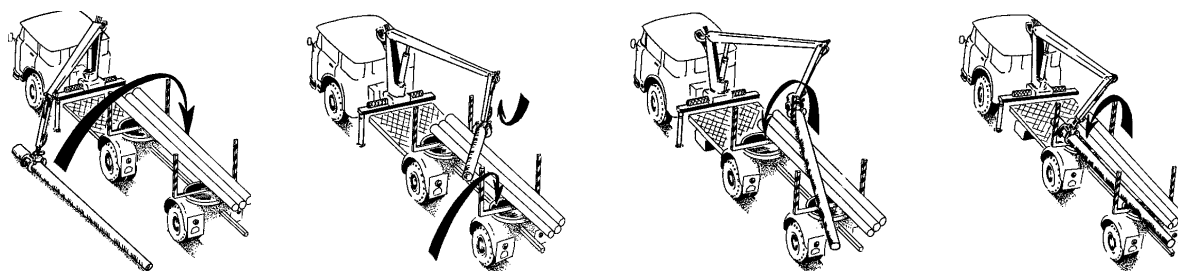


**Obr. 19.35. Nakládání dlouhého dříví hydraulickým jeřábem opřením kmene o opěrku**  
Možné u dlouhých, ale lehkých surových kmenů



a) uchopení čepu      b) provlečení      c) uchopení čela      d) uložení kmene

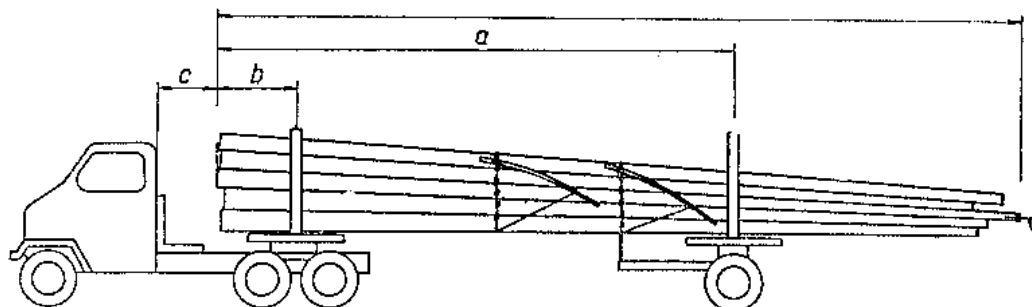
**Obr. 19.36. Nakládání dlouhého dříví hydraulickým jeřábem provlečením mezi klanicemi**



a) uchopení čela      b) zvážení těžiště      c) uložení mezi klanice      d) urovňání nákladu

**Obr. 19.37. Nakládání dlouhého dříví hydraulickým jeřábem zvážením těžiště**

**Rozmístění vozidel soupravy při nakládání dlouhého dříví** musí být takové, aby uložení nákladu zatížilo nápravy rovnoměrně, resp. aby nebyly překročeny povolené hodnoty jejich zatížení. U polopřívěsových souprav bývá polopřívěs přetěžován (současně s odlehčením přední nápravy tažného vozidla, projevujícím se sníženou ovladatelností vozidla při brzdění a změně směru jízdy), protože posádka má tendenci umisťovat polopřívěs co nejbližší tažnému vozidlu, aby jeho nadvádění bylo snazší. Pro stanovení vhodné vzdálenosti oplenu odvozní soupravy od sebe (vychází se z vypočtené polohy těžiště nákladu) postačí pravidlo 2/3 délky nákladu.



$a = 2/3$  délky nákladu,  $b =$  přesah čel přes oplení, min. 70 cm,  $c)$  volný prostor, min. 100 cm

**Obr. 19.38. Uložení nákladu dlouhého dříví na polopřívěsové soupravě**

**Kvalifikace řidiče** vyžaduje řidičský průkaz příslušné skupiny a průkaz odborné kvalifikace obsluhy HJ. Pokud řidič asistuje u skládání dříví jeřábem, musí mít i vazačský průkaz.

**Hlavní zásady ochrany a bezpečnosti při práci** při odvozu dříví odvozními soupravami spočívají v zákazu manipulace s břemenem nad osobami, vykázání osob z ohroženého prostoru a zákazu práce pod elektrickým vedením a v jeho blízkosti. Při nakládání a skládání nákladu musí řidič používat přilbu, nesmí popojíždět a odjet bez zajištění nákladu. Před jízdou je řidič povinen provést kontrolu vozidla, spočívající v kontrole funkce brzd, huštění pneumatik, stavu oleje v motoru, tlaku vzduchu v brzdě, kontrole dobíjení, funkce světel a čistoty oken a evidenční značky. HJ je zdvihacím zařízením, podléhajícím režimu revizí. Každodenní kontrola spočívá v okulární kontrole těsnosti spojů a vedení hadic! Základním legislativním předpisem, upravujícím bezpečnost práce při dopravě dříví, je nařízení vlády č. 339/2017 Sb. V něm je uvedeno, že při odvozu dříví musí být zajištěno, aby:

- nebyla prováděna nakládka dříví na odvozní prostředek nebo vykládka dříví z odvozního prostředku, který není zajištěn proti pohybu a převrácení
- pracovníci se nezdržovali v ohroženém prostoru nakládaného nebo skládaného dříví
- nebylo převáženo dříví nezajištěné proti pohybu a vypadnutí z odvozního prostředku
- pracovníci nevstupovali po odjištění klanic mezi odvozní prostředek a skládku
- všichni, kdo se pohybují v prostoru nakládaného nebo skládaného dříví, používali ochranné přilby
- na ložnou plochu odvozního prostředku bylo dříví ukládáno tak, aby náklad u klanic nepřesahoval více než polovinou oblíny kmene a střed nákladu nepřesahoval výšku klanic o více než 35 cm. Pro výstup na ložnou plochu musí být odvozní prostředek vybaven žebříky nebo pevně zabudovanými stupadly.
- pro práci se zdvihacím zařízením v ochranném pásmu zařízení elektrizační soustavy nebo v jeho bezprostřední blízkosti byly dodrženy požadavky zvláštního právního předpisu (zákon č. 458/2000 Sb., tzv. energetický zákon., v aktuálním znění).

### 19.3.4. Ekonomika odvozu dříví

Relativní podíl času nakládání a skládání dříví na celkovém cyklu odvozu dříví je nejvyšší při krátké odvozní vzdálenosti, a s jejím prodlužováním klesá. Proto pro krátké odvozní vzdálenosti vyhoví vozidlo s výkonným HJ i za cenu, že jeho hmotnost více sníží užitečnou hmotnost vozidla. Na dlouhé odvozní vzdálenosti lze připustit méně výkonné nakládací zařízení, pokud současně výrazněji vzroste možnost zatížení vozidla nákladem, případně je vhodné použít vozidlo bez vlastního nakládacího zařízení.

Pokud není vícenápravové vozidlo plně vytíženo (např. při jízdě bez nákladu), mohou se pro snížení opotřebení pneumatik zdvihát některé nápravy.

Při odvozu dříví v ČR převládá jízda po zpevněných komunikacích, proto nejsou terénní vozidla nezbytná. Převážně se užívají vozidla silniční, s některými prvky vozidel terénních (a některými dodatečnými úpravami – ochranou strojového spodku, nádrže, zrcátek, reflektorů, blikáčů a schůdků), a to pro usnadnění pohybu na odvozních místech, a pro jízdu po krátkých, nezpevněných úsecích cest. Pokud však zajíždí na odvozní místa ryze silniční vozidlo, nelze uvažovat se všemi skládkami, ale jen se skládkami dostatečně prostornými a únosnými!

Doprava dříví z odvozního místa k odběrateli je energeticky i finančně vysoce náročnou fází v těžebně-dopravním procesu a vyznačuje se několika specifickými faktory, které ji ovlivňují a které ji odlišují od kamionové přepravy. V zásadě lze říci, že se jedná o jednosměrnou dopravu, kdy je velmi obtížné až nereálné nalézt využití odvozní soupravy při zpáteční cestě. Také díky objemu a charakteru přepravovaného zboží jsou tyto stroje svojí konstrukcí unikátní a lze je využívat pro přepravu jiného zboží než je dříví jen v omezené míře. Poměrně velkou část přepravní vzdálenosti urazí stroje po lesních cestách (přibližně 15 % při průměrné odvozní vzdálenosti 55 km). Při jízdě po lesních komunikacích vlastní cestní síť velmi často stanovují maximální rychlost snižující míru poškození cest.

Protože stroje zajíždějí mnohdy hluboko do nitra lesních komplexů, musí být k tomuto uzpůsobeny. Terénní podmínky jsou zde obtížné, velmi často ovlivněny přírodními podmínkami a sezónními výkyvy počasí. Tahače jsou proto velmi často s pohonem všech kol a s výkonově silnějšími motory. Pro zajištění dostatečné trakce odvozních souprav při jízdě v terénu je v některých případech



využíváno automatické huštění kol, kdy jsou pneumatiky při jízdě terénem mírně podhuštěny a při vjezdu na veřejné silniční komunikace dohuštěny na odpovídající míru.

Všechna výše uvedená specifika technologického i technického charakteru mj. výrazně zvyšují spotřebu paliv u odvozních souprav na dříví.

**Odvoz štěpek** (pilin) musí být realizován v uzavřených vozidlech nebo musí být náklad zakrytý plachtou, aby nebyly štěpky při jízdě strhávány vzduchem.

**Optimalizace dopravního problému při odvozu dříví** je v praxi minimální, a pokud se provádí, pak jen podle míst nakládky a odběru. Současná vybavenost PC umožňuje i denní optimalizaci (ve vazbě na schopnost dodavatele dříví jej expedovat – vystavit dodací list), a používány jsou i palubní počítače plnící další funkce (registrační váhy, optimalizace huštění pneu ve vztahu k využití tažné síly podle kvality vozovky, atd.).

**Využití vozidel** se sleduje jako **časové** v % z kalendářních dnů a **výkonové** v m<sup>3</sup> dříví odvezeného za období. Snahou je využít vozidlo co nejvíce pro vlastní **přepavní výkon**, tj. omezit jízdy bez nákladu, minimalizovat časy nakládání a skládání a co nejvíce vytěžovat (ale nepřetěžovat) vozidlo. K tomu existují cesty technické a technologické (organizační): nepřevážet nakládací zařízení; snížit hmotnost nakládacího zařízení; snížit hmotnost nástavby vozidla (např. použitím hliníkových slitin); používat přívěsy; jízda jen s plně vytíženým vozidlem; vytěžování zpětných jízd.

### 19.3.5. Přepavní systémy

Vozidlo je využito pro přepavní výkon jen při jízdě s nákladem. Proto byly vyvinuty různé **přepavní systémy**, omezující prostor vozidla, způsobený nakládáním a skládáním nákladu a omezující jízdy nenaloženého vozidla.

**Individuální doprava** je v lesním hospodářství nejběžnějším principem dopravy dříví. Je založena na použití samostatných odvozních prostředků (tedy např. odvozní souprava s polopřívěsem, odvozní automobil s uspořádáním jako valník s klanicemi aj.). Vozidlo je nakládáno jako celek, a to vlastním nebo jiným nakládacím zařízením. Čas prostoje hnacího vozidla při nakládce i vykládce je z objektivních příčin relativně značný a jeho snížení je fakticky nemožné. Optimalizace provozu takového vozidla je možná především volbou optimální jízdní trasy a výběrem odvozních míst s dostatkem dříví žádoucího sortimentu.

**Kyvadlový systém** je při stálém i proměnlivém místě nakládky a stálém místě odběru představován schématem dopravy mezi body A a B, s 1 tahačem návěsů a 3 návěsy. V bodě A se 1 návěs nakládá, v bodě B se druhý návěs skládá, a na trase se pohybuje tahač se třetím návěsem. Možná je i modifikace se dvěma návěsy, pokud je vykládka u odběratele okamžitá.

**Párová doprava** spočívá v tom, že dvě odvozní soupravy pracují společně, a na zpáteční cestě je jedna z nich naložena na soupravu druhou. Výhodou systému je úspora pracovního času jednoho řidiče, snížení opotřebení vozidla a pneumatik, úspora pohonných hmot a snížení silničních poplatků. Podmínkou provozní aplikace je zejména technická způsobilost vozidel pro takový způsob přepravy, dostatek dříví na jednom odvozním místě (nebo těsná blízkost dvou odvozních míst), dostatečný manévrovací prostor pro nakládání a skládání přepravovaného vozidla a vhodné provozní poměry. Párovému systému dopravy je podobné převážení polopřívěsů naložených na tažném vozidle při zpáteční jízdě naprázdno (viz. Obr. 19.39.).

**Kontejnerový přepavní systém** zvyšuje využití trakčních vozidel při transportu materiálu, jehož nakládání a skládání je zdlouhavé, oddělením transportu od nakládání a vykládání kontejneru, se kterým se dále manipuluje jako s celkem. Čas na naložení a složení kontejneru soudobými nakládacími zařízeními (dvouramenným, lanovým, jednoramenným) nepřesáhne 2 minuty. Jednoramenné nakládací zařízení umožňuje i přeložení kontejneru z nosiče kontejnerů na přívěs a přeložení kontejneru z nosiče na železniční vagón a naopak. Předností kontejnerového systému je zkrácení času ložných operací a zvýšení přepavní výkonnosti vozidla (až 5 x); úspora vozidel a řidičů snížením pracnosti na jednotku přepravovaného materiálu; vysoká pohotovost k přepavním výkonům v důsledku snadné a rychlé výměny kontejnerů; velká variabilita systému umožněná modifikacemi kontejnerů; možnost zařazení do struktury jak vnitrozávodní, tak veřejné přepravy; úspora zařízení pro

nakládání a skládání; snížení ztrát a poškození skladovaných materiálů (až o 20 %); možnost řešit jednoúčelovými kontejnery dočasné sklady a lesanky, cisterny, a zefektivnit jejich přesuny a snížit náklady na jejich výrobu; řešit ekonomicky příznivější formou kontejnerové nástavby případy, které jsou v případě jednoúčelových strojů nákladné (rozmetadla, postřikovače), a jedním základovým strojem obsáhnout širší spektrum prací.



Obr. 19.39. Zpětná přeprava odvozní soupravy s polopřívěsem naloženým na tažném vozidle

**Kontejner** je standardizovaná přepravní jednotka, která se používá zejména v dálkové dopravě s využitím lodní, železniční a silniční dopravy. Jedná se o velkou, pevnou a uzavřenou přepravku technicky uzpůsobenou ke stohování do několika vrstev nad sebou.

První kontejnery byly použity v Anglii před 2. světovou válkou, a byly dřevěné. Ve větší míře je začala používat až americká armáda v poválečném období. Tato armáda vyvinula princip kontejneru téměř do dnešní podoby, tedy do podoby standardizovaného ocelového kontejneru. Použití kontejnerů v té době bylo hlavně pro přepravy materiálu do Koreje a při válce ve Vietnamu. Uvádí se, že se s jejich pomocí napomohlo zkrátit přepravu o polovinu díky snazší manipulaci. Organizace IMCO (dnes IMO International Maritime Organization) kontejnery v roce 1972 schválila pro běžné používání a zavedla certifikaci (CSC Plate).

Parametry		20stopový kontejner		40stopový kontejner		40stopový vyšší kontejner		45stopový vyšší kontejner	
		imperiální míry	metrické míry	imperiální míry	metrické míry	imperiální míry	metrické míry	imperiální míry	metrické míry
vnější rozměry	délka	20' 0"	6.096 m	40' 0"	12.192 m	40' 0"	12.190 m	45' 0"	13.716 m
	šířka	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m
	výška	8' 6"	2.591 m	8' 6"	2.591 m	9' 6"	2.896 m	9' 6"	2.896 m
vnitřní rozměry	délka	18' 10 <sup>5</sup> / <sub>16</sub> "	5.758 m	39' 5 <sup>49</sup> / <sub>64</sub> "	12.032 m	39' 4"	12.000 m	44' 4"	13.556 m
	šířka	7' 8 <sup>19</sup> / <sub>32</sub> "	2.352 m	7' 8 <sup>19</sup> / <sub>32</sub> "	2.352 m	7' 7"	2.311 m	7' 8 <sup>19</sup> / <sub>32</sub> "	2.352 m
	výška	7' 9 <sup>57</sup> / <sub>64</sub> "	2.385 m	7' 9 <sup>57</sup> / <sub>64</sub> "	2.385 m	8' 9"	2.650 m	8' 9 <sup>15</sup> / <sub>16</sub> "	2.698 m
rozměry dveří	šířka	7' 8 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	2.343 m	7' 8 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	2.343 m	7' 6"	2.280 m	7' 8 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	2.343 m
	výška	7' 5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	2.280 m	7' 5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	2.280 m	8' 5"	2.560 m	8' 5 <sup>49</sup> / <sub>64</sub> "	2.585 m
objem		1,169 ft <sup>3</sup>	33.1 m <sup>3</sup>	2,385 ft <sup>3</sup>	67.5 m <sup>3</sup>	2,660 ft <sup>3</sup>	75.3 m <sup>3</sup>	3,040 ft <sup>3</sup>	86.1 m <sup>3</sup>
maximální hmotnost brutto		66,139 lb	30,400 kg	66,139 lb	30,400 kg	68,008 lb	30,848 kg	66,139 lb	30,400 kg
hmotnost prázdného kontejneru		4,850 lb	2,200 kg	8,380 lb	3,800 kg	8,598 lb	3,900 kg	10,580 lb	4,800 kg
ložnost		61,289 lb	28,200 kg	57,759 lb	26,600 kg	58,598 lb	26,580 kg	55,559 lb	25,600 kg

Tab. 19.3. Rozměry kontejnerů pro dálkovou přepravu

## Rozměry standardizovaných kontejnerů

Jedná se o technicky přesně standardizovaný a unifikovaný předmět. Kontejnery mají stanoveno **pět běžných vnějších délek**: 20 stop (6,1 m), 40 stop (12,2 m), 45 stop (13,7 m), 48 stop (14,6 m) a 53 stop (16,2 m). Zatímco v USA se v železniční a silniční dopravě nejčastěji používají kontejnery délky 48 a 53 stop, ostatní délky jsou běžné v námořní dopravě a také v pozemní dopravě v Evropě.

**Výška standardního kontejneru** činí 8 stop a 6 palců (2,59 m), šířka je 8 stop (2,44 m).

Objem kontejnerové přepravy se udává v jednotkách **TEU**, přičemž 1 TEU je ekvivalentem jednoho 20stopého kontejneru.

V České republice výrazně vzrostl objem kontejnerové dopravy dříví v období po roce 2019, a to zejména v souvislosti s řešením prodeje dříví z nahodilých těžeb, vzniklých v důsledku kůrovcové kalamity a odumírání porostů (zejména smrkových) v důsledku sucha. Toto dříví je ve značných objemech přepravováno v kontejnerech k zákazníkům v Číně. Jedná se o kontejnery 40stopé. Tato skutečnost si vyžádala i výrobu výřezů o speciálních délkách 11,90 m, resp. 5,90 m. Je to proto, aby se dříví vešlo do kontejneru, jehož vnitřní délka činí 12 m (viz tabulka 19.3.). V provozní praxi LH se osvědčilo pro nakládání kontejnerů použití běžných hydraulických jeřábů, používaných na odvozních automobilních soupravách, nebo kolových rypadel s drapákem (viz. Obr. 19.40.).



**Obr. 19.40. Nakládání výřezů do 40stopých kontejnerů (hydraulickým jeřábem a rypadlem s drapákem)**

### Výhody kontejnerové dopravy

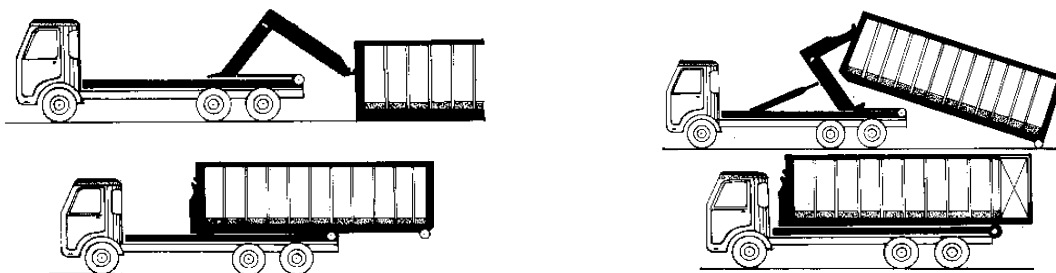
Standardizované rozměry kontejnerů a jejich technická unifikace zjednodušuje, zpřehledňuje, urychluje a zlevňuje překládku zboží mezi různými druhy dopravních prostředků, například ze specializovaných kontejnerových lodí na speciální kontejnerové železniční vagóny nebo z kontejnerových železničních vozů na kontejnerové nákladní automobily, apod. i jinou manipulaci s většími objemy přepravovaného zboží, což zefektivňuje přepravu (zejména u drobnějšího zboží, kterým je svým způsobem i dříví a řezivo). Díky standardizovaným rozměrům je možné kontejnery na lodích a v kontejnerových překladištích stohovat v několika vrstvách nad sebou a vhodně používat i speciální standardizovanou manipulační techniku (např. speciální kontejnerové jeřáby, specializovaná vysokozdvíhací vozidla apod.), kterou je také možno automatizovat a řídit na dálku pomocí počítače atd.

**Nevýhodou kontejnerových systémů** (zejména z pohledu silniční přepravy) je snížení nosnosti nosiče kontejnerů oproti valníkovému vozidlu o hmotnost kontejneru a nakládacího zařízení, a relativní nevýhodou je vyšší jednorázová potřeba investičních prostředků pro uvedení kontejnerového přepravního systému do provozu. Na rozdíl od valníku, který je schopen plnit přepravní výkony ihned, se musí u kontejnerového přepravního systému změnit celý systém dopravy, což vyžaduje pořízení 10-20 kontejnerů. Kontejnerový přepravní systém není pouhou změnou způsobu přepravy, ale je novým systémem, vyžadujícím systémový přístup při uvádění do provozu, při řízení i při vyhodnocování přínosů, a to proto, že kontejner figuruje nejen jako přepravník materiálu, ale i jako mezioperační zásobník řešící krátkodobé skladování (vyrovnává nerovnoměrnosti mezi výrobou a transportem, i případná nutná přerušování výrobního procesu). Možnosti použití kontejnerového přepravního systému v

lesnictví jsou: odvoz vlákninového dříví z manipulačních skladů do papíren; autotraktorový kontejnerový systém při vyvážení a odvozu 2 m vlákniny z linek; výroba vlákninového a palivového dříví na OM v komplexních četach; investiční výstavba a stavební údržba; odvoz klestu po strojním odvětvení; autotraktorový systém pro dopravu sadebního materiálu ze školek na místo zalesňování (s možností použít izotermický kontejner pro dočasné uložení sazenic); mobilní zařízení bez podvozku: lesanky, dílny, sklady, cisterny, protipožární technika, postřikovače a rozmetadla, výtopny, pohonné stanice lanovek, sekačky, kmenové pily atd.



Obr. 19.41. Kontejnerový terminál v Port Elizabeth v New Jersey, USA

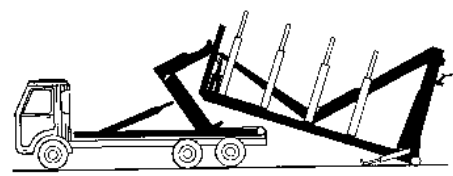


Fáze nakládání jednoramenným nakládacím zařízením na silniční nosič kontejnerů

Obr. 19.42. Kontejnerový přepravní systém



Obr. 19.43. Kontejner na rovnané dříví



Obr. 19.44. Kontejner s hydraulickým jeřábem

#### 19.4. Informační systémy

- sledování vozidel přes GPS, sledování spotřeby
- zadávání záznamu o jízdě (tzv. „stazky“) řidičem přímo ve voze
- systémy dispečinku
- optimalizace přepravní trasy
- databáze volných nákladů a volných vozů

- účetní a analytické systémy
- účetní a analytické programy, nejjednodušší bývají nastavby na klasické účetnictví. specializované systémy dokážou zpracovat podrobně provoz vozidla po jednotlivých řádcích záznamu o jízdě automaticky spočítat fakturace a mzdy řidičů, dále pak analyzovat provoz vozidel, sledovat pneumatiky, atd.

### 19.5. Mezinárodní úmluvy, dodací podmínky

Mezinárodní úmluvy a dodací podmínky (doložky, parity) – Incoterms (z anglického International Commercial Terms) jsou tvořeny souborem mezinárodních pravidel pro výklad běžně používaných obchodních doložek v zahraničním obchodě. Tato pravidla **historicky vznikla v roce 1936 v Paříži**, za účelem odstranění problémů spojených s rozdílností obchodních zákoníků různých zemí. V moderní době dne 1. 1. 2011 vstoupilo v platnost již osmé vydání (předchozí 1953, 1967, 1976, 1980, 1990, 2000). Přestože byla pravidla původně určena pro mezinárodní obchod, používají se často i v rámci smluv při vnitrostátních obchodech. Někdy se setkáváme i s přímou vazbou doložky Incoterm a přepravní smlouvy, kdy mnohá pravidla jsou zavazující i pro prodávajícího a kupujícího, nikoliv pouze dopravce.

**Incoterm 2000** obsahuje **13 podmínek** rozdělených do 4 skupin podle prvního písmene zkratky (skupiny E, F, C, D):

#### *Skupina E*

EXW – Ex Works: ze závodu (ujednané místo) veškeré náklady a rizika nese prodávající. Jde o nejkratší dodací paritu, u které má prodávající minimální povinnosti. Jedinou povinností prodávajícího je dát zboží k dispozici kupujícímu ve svém závodě. Prodávající dokonce není zodpovědný ani za nakládku zboží na dopravní prostředky kupujícího, pokud se strany kupní smlouvy nedohodnou jinak. Kupující je povinen obstarat veškeré formalities spojené s vývozem zboží ze země a nese veškeré náklady a rizika od okamžiku, kdy mu bylo zboží dáno k dispozici v závodě prodávajícího.

**Skupina F** - Prodávající dodává zboží podle instrukcí kupujícího a nehradí hlavní přepravné.

FCA – Free Carrier (named place): Vyplaceně dopravci (ujednané místo). Prodávající splní své povinnosti dodáním zboží celně odbaveného pro vývoz dopravci, kterého jmenoval kupující, na sjednaném místě. Zvolené místo dodání je rozhodující pro určení odpovědnosti za nakládku zboží v ujednaném místě. Pokud dochází k dodávce v objektu prodávajícího, zodpovídá prodávající za nakládku. V případě, že k dodávce dochází v jakémkoliv jiném místě, prodávající není odpovědný za nakládku zboží. Pokud kupující jmenuje k převzetí zboží jinou osobu než dopravce, splní prodávající povinnosti dodáním zboží této osobě.

FAS – Free Alongside Ship (named port of shipment): Vyplaceně k boku lodi (ujednaný přístav nalodění). Prodávající splní své povinnosti dodáním zboží k boku lodi v ujednaném přístavu nakládky. Za celní odbavení a vyřízení veškerých formalit spojených s vývozem zodpovídá prodávající. Kupující určuje loď a nese veškeré náklady a rizika od okamžiku dodání zboží k boku lodi.

FOB – Free On Board (named port of shipment): Vyplaceně loď (ujednaný přístav nalodění). Jedna z nejstarších doložek používaná u námořní a říční přepravy, u které je nakládka a vykládka zabezpečována klasickým způsobem, tj. pomocí jeřábu. Prodávající splní své povinnosti v okamžiku přechodu zboží přes zábradlí lodi v přístavu nakládky. Prodávající je u FOB povinen dodat zboží na palubu lodi v přístavu nakládky a vybavit odbavení zboží pro vývoz. Kupující vybírá loď a hradí námořní přepravné. Pro moderní způsoby přepravy, např. kontejnerovou, je vhodnější použít dodací paritu FCA.

**Skupina C** – je specifická tím, že se u všech čtyř doložek rozchází místo přechodu nákladů s místem přechodu rizik. Smyslem je osvobodit prodávajícího od dalších nákladů a rizik, pokud splnil své smluvní povinnosti a uzavřel přepravní smlouvu s dopravcem. Skupina C vychází z potřeb častého způsobu placení v mezinárodním obchodě, tj. z akreditivů. U akreditivů obdrží prodávající plnění v případě, že splní akreditivní podmínky, tzn. v případě, že předá všechny požadované dokumenty včetně dohodnutých nalodňovacích dokumentů bance. Bylo by tudíž problematické, kdyby měl



prodávající nést další náklady a rizika i poté, co byla uskutečněna akreditivní platba a zboží bylo naloděno a odesláno.

CFR – Cost and Freight (named port of destination): Náklady a přepravné (ujednaný přístav určení). U této doložky přecházejí rizika na kupujícího v jiném místě než výlohy. Rizika přecházejí v přístavu nakládky dodáním zboží přes zábradlí lodi (stejně jako u FOB), výlohy až v přístavu určení. Pokud strany kupní smlouvy nemají v úmyslu využít tradiční námořní (lodní) dopravu, u které zboží přechází přes zábradlí lodi za pomoci jeřábů, ale hodlají využít moderních způsobů přepravy, např. kontejnerovou či roll on/roll off, je pro ně vhodnější použít dodací paritu CPT.

CIF – Cost, Insurance, Freight (named port of destination): Náklady, pojištění, přepravné (ujednaný přístav určení). Doložka je obdobná jako CFR, ale navíc je prodávající povinen obstarat na vlastní náklady přepravní pojištění u pojišťovny dobré pověsti, které opravňuje kupujícího nebo jinou zainteresovanou osobu uplatňovat přímo u pojišťovny nároky a předat kupujícímu pojistku nebo jiný důkaz o pojištění. Pokud není dohodnuto jinak, pojistí prodávající zboží v souladu s minimálním rozsahem pojistného krytí (rozsah C) podle tzv. Institute Cargo Clauses nebo v souladu s jinými podobnými podmínkami. Zboží má být pojištěno na 110 % hodnoty a pojistka má být sjednána v měně kontraktu.

CPT – Carriage Paid to (named place of destination): Přeprava placena do (ujednané místo určení). Prodávající vybírá dopravce a hradí výlohy spojené se zbožím až do místa určení. Rizika však přecházejí dříve, již v okamžiku předání zboží prvním dopravci, a kupující nese nebezpečí ztráty a poškození zboží i jakékoliv dodatečné náklady vzniklé po dodání zboží do péče dopravce. Tato doložka se často využívá při obchodování s rizikovějšími teritorii.

CIP – Carriage and Insurance Paid to (named place of destination): Přeprava a pojištění placeny do (ujednané místo určení). Doložka stejná jako CPT, ale opět s povinností prodávajícího obstarat a uhradit pojištění s minimálním rozsahem pojistného krytí. Pojistka má krýt cenu uvedenou v kupní smlouvě zvýšenou o 10 % a má být sjednána v měně kontraktu. Doložku je vhodné použít pro moderní způsoby přepravy, např. kontejnerovou či roll on/roll off.

**Skupina D** - prodávající je zodpovědný za příchod zboží do ujednaného místa určení nebo do dohodnutého bodu na hranici anebo do určeného místa v zemi dovozu. Doložky skupiny D je možné rozdělit do dvou podskupin podle toho, zda prodávající je či není povinen zajistit odbavení zboží z hlediska dovozu. :

- u doložek DAF, DES, DEQ a DDU prodávající tuto povinnosti nemá
- u doložky DDP je prodávající za dovozní odbavení a hrazení cla a dalších poplatků zodpovědný.

DAF – Delivered At Frontier (named place): S dodáním na hranici (ujednané místo). Prodávající nese výlohy a rizika až do ujednaného místa na hranici včetně odbavení zboží pro vývoz. Hranice musí být určena přesně, což znamená, že bod a místo určení musejí být v doložce přesně pojmenovány. Je obdobou dříve používané dodací parity franco (fco) hranice. Může být použita pro jakýkoliv způsob dopravy, při němž je zboží dodáváno do hraničního prostoru. Pokud by k dodání zboží mělo dojít v přístavu určení na palubě lodi nebo na nábřeží, bylo by vhodnější použít dodací parity DES nebo DEQ.

DES – Delivered Ex Ship (named port of destination): S dodáním z lodi (ujednaný přístav určení). Prodávající vybírá loď a nese výlohy a rizika až na palubu lodi v přístavu určení. Náklady a rizika spojené s vykládkou zboží již nese kupující.

DEQ – Delivered Ex Quay (named port of destination): S dodáním z nábřeží (ujednaný přístav určení). Prodávající nese výlohy a rizika včetně vykládky zboží až do ujednaného místa v zemi dovozu. U této doložky došlo ke změně oproti předcházejícím verzím INCOTERMS, u kterých nesl veškeré náklady a rizika spojené s odbavením zboží pro dovoz prodávající.

DDU – Delivered Duty Unpaid (named place of destination): S dodáním clo neplaceno (ujednané místo určení). Jedna z nejdelších dodacích parit, která obsahuje maximální závazek ze strany prodávajícího. Prodávající nese výlohy a rizika až do určeného místa v zemi dovozu a splní své povinnosti dodáním celně neodbaveného a nevyloženého zboží z příchozího dopravního prostředku v



ujednaném místě určení. Prodávající tudíž nezajišťuje a nehradí celní odbavení zboží pro dovoz. Tato parita byla poprvé zařazena do verze INCOTERMS 1990 a vzhledem ke skutečnosti, že se potvrdil předpoklad, že dovozce může snadněji zajistit celní odbavení a další náležitosti ve své zemi, např. získat dovozní licenci nebo daňovou úlevu (snížení daně z přidané hodnoty), zůstala zachována i ve verzi 2000.

DDP – Delivered Duty Paid (named place of destination): S dodáním clo placeno (ujednané místo určení). Nejdlejší dodací parita, která obsahuje maximální závazek ze strany prodávajícího. Prodávající nese výlohy a rizika až do určeného místa v zemi dovozu. Navíc ještě zajišťuje a hradí odbavení zboží pro dovoz, tj. vyřizuje a platí celní formalities, hradí clo a daně a případně další poplatky spojené s dovozem do země určení. V zemích, kde může být proclívání zboží problematické a může dlouho trvat, může být pro prodávajícího riskantní zavázat se k dodání zboží až za místem celního odbavení (např. do skladu kupujícího ve vnitrozemí). Proto není příliš vhodné používat dodací paritu DDP při vývozu do zemí tohoto typu. Tato doložka by dále neměla být používána, pokud by prodávající nemohl obdržet dovozní licenci.

Jak již výše uvedeno, od 1. 1. 2011 vstoupila v platnost pravidla Incoterms 2010. Zohledňují jak trendy ve vývoji mezinárodního podnikatelského prostředí (liberalizace mezinárodního obchodu, zvyšující se podíl zón volného obchodu, využívání moderních komunikačních technologií, zavádění přísnějších bezpečnostních opatření v souvislosti se zvýšenými riziky teroristických útoků, vývoj dopravních systémů), tak požadavky podnikatelské praxe (zjednodušení a lepší srozumitelnost doložek). Nejedná se o změny radikální, ale o změny, které vycházejí z potřeb praxe a měly by přispět k větší standardizaci obchodních metod. Tato pravidla však v mnoha případech nejsou uplatňována, zjednodušení není ještě plně akceptováno provozem a provoz stále uplatňuje pravidla Incoterm 2000.

Vzhledem ke stoupajícímu významu elektronického obchodování umožňují INCOTERMS® 2010 používat elektronické doklady, pokud se na nich smluvní strany dohodnou anebo v případě, kdy je jejich použití obvyklé (obecnější formulace vychází z předpokladu dalšího rozšíření a možných nových forem elektronického obchodování). Bylo zrušeno rozdělení do skupin podle počátečních písmen a zavedeno nové řazení podle způsobu přepravy (11 doložek ve dvou skupinách). Vypuštěny byly doložky DAF, DES, DEQ a DDU. Tyto doložky byly nahrazeny doložkami DAT a DAP. Doložky pro námořní a vnitrozemskou vodní přepravu – parity FAS, FOB, CFR, CIF.

K menší změně došlo u doložky FOB, kde historicky přecházely výlohy a rizika z prodávajícího na kupujícího v okamžiku přechodu zboží přes zábradlí lodi v přístavu nakládky. Zábradlí již v nové verzi nefiguruje, prodávající splní povinnosti dodáním na palubu lodi určené kupující v přístavu nakládky. Obdobná změna (dodání na palubu lodi v přístavu nakládky) byla přijata i pro přechod rizik u doložek CFR a CIF. Definice ostatních parit jsou stejné jako v Incoterms 2000.

## 19.6. Legislativní omezení silniční dopravy dříví

Odvozní automobilové soupravy jsou vybaveny oplení a hydraulickým jeřábem. Hmotnost této výbavy negativně ovlivňuje přepravní kapacitu prostředku, neboť díky legislativní regulaci celkové užité hmotnosti soupravy (či vozu) každé zvýšení pohotovostní hmotnosti stroje sníží velikost nákladu; dovolené **celkové užité hmotnosti v ČR** jsou:

Nákladní vůz:

- 2 osý – 18 t
- 3 osý – 25 t
- je-li hnaná osa na vzduchových tlumičích a je-li vybavena dvoumontáží – 26 t
- 4 a více osý – 32 t

Samostatný přívěs:

- 2 osý – 18 t
- 3 osý – 24 t
- 4 a více osý – 32 t

Odvozní soupravy:

- nákladní vůz a přívěs, které mají v součtu:
  - 3 osy – 28 t
  - 4 osy – 36 t

- 5 (6) os konfigurace 2+3 – 42 t  
konfigurace 3+2 – 44 t  
konfigurace 3+3 – 48 t
- tahač návěsů a návěs, které mají v součtu:
  - 3 osy – 28 t
  - 4 osy konfigurace 2+2 (rozvor 1 – 1,3 m) – 34 t  
konfigurace 2+2 (rozvor 1,3 – 1,8 m) – 36 t  
konfigurace 2+2 (rozvor více než 1,8 m, na vzduchových tlumičích a je-li vybavena dvoumontáží) – 38 t
  - 5 (6) os konfigurace 2+3 – 42 t  
konfigurace 3+2 – 44 t  
konfigurace 3+3 – 48 t.

Dalším legislativním omezením v ČR je i **maximální zatížení jednotlivých náprav**. Toto významně závisí na konfiguraci soupravy a současně především na umístění hydraulického jeřábu.

Evropská unie je daleko přísnější s pohledem na celkovou užitečnou hmotnost. Naprosto běžné ve většině států EU je maximální hmotnost soupravy sestávající z nákladního vozu a přívěsu nebo tahače a návěsu (3+2) 40 tun, pouze u souprav typu tahač a návěs v konfiguraci 3+3 je max. hmotnost 44 tun. Avšak existují v rámci EU státy, jako je Švédsko, kde je maximální hmotnost souprav 50 tun. Je nutné podotknout, že ve světě se někdy uplatňuje modulární systém – odvoz pomocí speciálních silničních vlaků (například ETT) tedy soustavy strojů zahrnujících tahač a více přívěsných vozidel.

Evropská dohoda o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě (nejčastěji označována zkratkou AETR z francouzského Accord européen sûr les transports routiers, méně často ERTA z anglického European Road Transport Agreement nebo i EART z anglického Europe Agreement on Road Transport, popřípadě jinými národními zkratkami) je mezinárodní dohoda sjednaná v Ženevě 1. července 1970. Vznikla zapracováním připomínek do textu stejnojmenné mezinárodní dohody z roku 1962, která však zůstala jen návrhem, neboť ji žádný z jejích signatářů neratifikoval. Dohoda vstoupila v platnost podle jejího článku 16 (později přečíslovaného na 14), odst. 4 dne 5. ledna 1976, tj. 180 dní poté, co byla u generálního tajemníka OSN uložena osmá listina o ratifikaci nebo přístupu.

Dohoda vymezuje rozsah platnosti, tj. na jaké účastníky silničního provozu se vztahuje a v kterých případech a za jakých podmínek se dohoda na účastníky silničního provozu uplatňovat nemá nebo nemusí. Stanovuje věkové a profesní požadavky na osádky, maximální dobu řízení, délku a četnost povinných přestávek, dobu odpočinku a případy, kdy se lze od těchto limitů odchýlit. Dále řeší kontrolu dodržování, ve starší verzi pouze pomocí ručně vyplňovaných záznamů o jízdě.

Pozdější znění se podrobně věnuje automatickým kontrolním zařízením zaznamenávajícím průběh jízdy (tachografům), upravuje podmínky jejich schvalování, montáže, používání a kontroly. Vymenovává zaznamenávané a měřené údaje, další požadavky na funkci zařízení a mezní odchylky, které může zařízení vykazovat od správného měření. Vymezuje vlastnosti záznamových listů, požadavky na umístění zařízení ve vozidle, montáž, plombování a periodické kontroly. Stanovuje rovněž údaje a kódy ve schvalovací značce a štítku.

Protože smlouva AETR ponechává členským státům v některých bodech částečnou volnost, mohou se jednotlivá zapracování do národních legislativ lišit. Tyto nekonzistence v zemích EHS řeší Nařízení Rady (EHS) č. 3820/85 ze dne 20. prosince 1985 o harmonizaci určitých sociálních právních předpisů v silniční dopravě, které je nadřazeno místním právním normám.

Zařízení ke kontrole dodržování těchto nařízení jsou:

- záznam do sešitu - historicky
- záznam na tachografové kolečko
- digitální záznamové zařízení tachografu.

### 19.7. Přehled legislativních předpisů ovlivňujících dopravu dříví

Legislativa, upravující podmínky silniční přepravy, je poměrně rozsáhlá a pro dotčené subjekty značně komplikovaná. Tak, jako i v dalších oblastech lidské činnosti, se i legislativa dopravy navíc dosti často mění. Proto je nezbytné, aby provozovatel i uživatel dopravy byl průběžně obeznámen se všemi

aktuálními a relevantními předpisy a nejlépe, aby byl účasten odborných školení. Pro představu je výčet některých těchto předpisů uveden v dalším textu.

**Podnikání v silniční dopravě:**

- Zákon o silniční dopravě č. 111/1994 Sb. ve znění zákona: č. 38/1995 Sb., č. 304/1997 Sb., č. 132/2000 Sb., č. 150/2000 Sb., č. 361/2000 Sb., č. 175/2002 Sb., č. 320/2002 Sb., č. 577/2002 Sb., č. 103/2004 Sb. a č. 186/2004 Sb.
- Vyhl. č. 478/2000 Sb., kterou se provádí zákon o silniční dopravě ve znění vyhl. č. 55/2003 Sb.
- Zákon č. 455/1991 Sb. o živnostenském podnikání
- Vyhl. č. 366/1999 Sb. o způsobu prokazování finanční způsobilosti dopravcem ve znění vyhl. č. 97/2001Sb.

**Pracovní doba jízdních pracovníků:**

- Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce
- Zákon č. 475/2001 Sb., o pracovní době a době odpočinku zaměstnanců s nerovnoměrně rozvrženou pracovní dobou v dopravě.
- Vyhláška č. 108/1976 Sb., Evropská dohoda o práci osádek v mezinárodní silniční dopravě-AETR, ve znění vyhlášky č. 82/1984 Sb., a č. 80/1994 Sb.
- Vyhláška č. 109/1976 Sb., o některých opatřeních k provádění dohody AETR
- Nařízení EHS 3820/85 o harmonizaci určitých sociálních předpisů v silniční dopravě.
- Nařízení EHS 3821/85 o záznamovém zařízení v silniční dopravě
- *(Obě výše uvedená nařízení EHS nahrazují AETR v rámci EU, ale stanoví z pohledu řidiče a dopravce stejná pravidla jako AETR).*
- Vyhláška č. 478/2000 Sb, kterou se provádí zákon o silniční dopravě ve znění vyhl. č. 55/2003 Sb.

**Odborná způsobilost řidičů:**

- Zákon č. 247/2000 Sb., o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel, ve znění Zákona č. 478/2001 Sb., č.175/2002 Sb. a č. 320/2002 Sb.
- Vyhláška č. 167/2002 Sb., kterou se provádí zákon č. 247/2000 Sb., ve znění vyhl. č.152/2003Sb
- Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích ve znění zákona č. 60/2001 Sb., č. 478/2001 Sb., č. 62/2002 Sb., č. 311/2002 Sb., č. 320/2002 Sb., č. 436/2003 Sb. a č.53/2004 Sb.

**Zdravotní způsobilost řidičů, řidičské průkazy:**

- Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích ve znění zákona č. 60/2001 Sb., č.478/2001 Sb., č. 62/2002 Sb., č. 311/2002 Sb., č. 320/2002 Sb., č. 436/2003 Sb. a č.53/2004 Sb.
- Vyhláška č. 31/2001 Sb., o řidičských průkazech a o registru řidičů ve znění vyhl. č. 154/2003 Sb. a č. 53/2004/Sb.
- Vyhláška č. 277/2004 Sb., o zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel.

**Technické podmínky provozu vozidel:**

- Zákon č. 546/2001 Sb., o podmínkách provozu na pozemních komunikacích ve znění zákona č. 478/2001 Sb., č. 175/2002 Sb., č. 320/2002 Sb., 193/2003 Sb., č. 103/2004 Sb. a č. 186/2004 Sb.
- Vyhláška č. 229/2004 Sb., kterou se stanoví požadavky na pohonné hmoty pro provoz vozidel
- Vyhláška č. 243/2001 Sb., o registraci vozidel, ve znění vyhl. č. 496/2001 Sb., č. 368/2002 Sb. č. 98/2003 Sb., č. 401/2003 Sb. a č. 291/2004 Sb.
- Vyhláška č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích ve znění vyhl. č. 100/2003 Sb.
- Vyhláška č. 302/2001 Sb., o technických prohlídkách a měření emisí vozidel ve znění vyhlášky č. 99/2003 Sb.

**Bezpečnost práce v silniční dopravě:**

- Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce
- Nařízení vlády č. 108/1994 Sb., kterým se provádí zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 48/1982 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení, ve znění pozdějších předpisů
- 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
- Nařízení vlády č. 494/2001 Sb., kterým se stanoví způsob evidence a hlášení záznamu o úrazu
- Nařízení vlády č. 495/2001 Sb., o poskytování osobních ochranných prac. prostředků a mycích, čistících a dezinfekčních prostředků
- Nařízení vlády č. 168/2002 Sb., kterým se stanoví způsob organizace a pracovních postupů, které je zaměstnavatel povinen zajistit při provozování dopravy dopravními prostředky.
- Vyhláška č. 19/1979 Sb., o vyhrazených zdvihacích zařízeních, ve znění vyhl. č. 552/1990 Sb., č. 532/2000 Sb. a č. 394/2003 Sb.
- Zákon č. 20/1966 Sb., o péči a zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 133/1985 Sb. o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.

**Silniční daň, poplatky v silniční dopravě:**

- Zákon č. 16/1993 Sb., o silniční dani, ve znění zákona č.302/1993 Sb., č.243/1994 Sb., č. 143/1996 Sb., č.61/1998 Sb.
- Vyhláška č. 488/2000 Sb., o limitech úrovně EURO 3
- Zákon č. 337/1992 Sb., o správě daní a poplatků, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů.

**Provoz a používání pozemních komunikací:**

- Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích ve znění zákona č. 60/2001 Sb., č. 478/2001 Sb., č. 62/2002 Sb., č. 311/2002 Sb., č. 320/2002 Sb., č. 436/2003 Sb. a č. 53/2004 Sb.
- Vyhláška č. 30/2001 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích a úprava a řízení provozu na pozemních komunikacích, ve znění vyhl. č. 153/2003 Sb. a č.176/2004 Sb.
- Zákon č. 12/1997 Sb., o bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích ve znění zákona č. 168/1999 Sb., č. 247/2000 Sb., č.361/2000 Sb. a č.320/2002 Sb.
- Vyhláška č. 486/2002 Sb., vzory kuponů o zaplacení poplatku za užívání dálnice a rychlostní komunikace, způsob jejich vyplňování, vyznačování platnosti a jejich evidence ve znění vyhlášky č. 404/2003 Sb.
- Nařízení vlády č. 287/2003 Sb., o výši poplatku za užívání dálnice a rychl. komunikace

**Přestupky a trestné činy v silniční dopravě:**

- Zákon č. 200/1990 Sb., o přestupcích, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 140/1961 Sb., trestní zákoník, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 283/1991 Sb., o Policii ČR, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 553/1991 Sb. o obecní policii, ve znění pozdějších předpisů

**Přepravní vztahy:**

- Zákon č. 89/2012 Sb. nový občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů

**Přeprava nebezpečných věcí a odpadů:**

- Sdělení č. 159/1997 Sb., o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných látek (Dohoda ADR)
- Zákon č.185/2001 Sb., o odpadech, ve znění zák. č. 477/2001Sb., č.76/2002 Sb., č.275/2002 Sb. č. 320/2002 Sb., č. 356/2003 Sb., č. 167/2004 Sb. a č. 188/2004 Sb.
- Vyhláška č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů

- Vyhláška č. 381/ Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů
- Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady

***Přeprava potravin, živočišných produktů a zvířat:***

- Zákon č. 110/1997Sb., o potravinách, ve znění pozdějších předpisů, vyhl. č. 326/1997 Sb., č. 333/1997 Sb., č. 335/1997 Sb., č. 326/2001 Sb., č. 77/2003 Sb., č.157/2003 Sb., č. 344/2003 Sb.
- Zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči, ve znění vyhl. č. 200/2003 Sb., 201/2003 Sb., 202/2003 Sb. a č. 375/2003 Sb.
- Zákon č. 246/1992 Sb., o ochraně zvířat proti týrání, prov. vyhl. č. 193/2004 Sb.

***Cestovní náhrady, používání služebních a soukromých vozidel:***

- Zákon č. 119/1992 Sb., o cestovních náhradách, ve znění zákona č. 44/1994 Sb., č.125/1998 Sb., č. 36/2000 Sb., č. 132/2000 Sb., č. 220/2000 Sb., č.309/2002 Sb. a č. 320/2002 Sb.
- Vyhláška č. 435/2003 Sb., o základních sazbách stravného v cizí měně
- Vyhláška č. 449/2003 Sb., kterou se pro účely poskytování cestovních náhrad stanoví výše sazeb stravného, výše sazeb základních náhrad za používání silničních motorových vozidel a výše průměrných cen pohonných hmot
- Sdělení č. 71 (FZ č. 10-11/93) o používání služebních vozidel
- Zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů ve znění pozdějších předpisů

***Předpisy v mezinárodní silniční dopravě:***

- Vyhláška č. 11/1975 Sb., o Úmluvě a přepravní smlouvě v mezinárodní silniční dopravě (Úmluva CMR). Vyhláška stanoví podmínky a náležitosti přepravní smlouvy v mezinárodní nákladní dopravě, povinnosti a odpovědnosti dopravce a odesílatele, postup při ztrátě a poškození zásilky, atd.
- Vyhláška č. 108/1976 Sb., o Evropské dohodě o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě (Dohoda AETR) ve znění vyhl. č. 82/1984 Sb., a sdělení MZV č.80/1994 Sb., o sjednání Dodatku č. 2 k dohodě AETR. Některá opatření k provádění Dohody AETR byla publikována jako vyhl. FMD č.109/1976 Sb. Vyhláška podrobně stanoví požadavky na řidiče, jeho pracovní dobu, dobu odpočinku, povinnou výbavu kontrolním přístrojem, atd. V rámci EU je tato problematika upravena Nařízením EHS 38720/85 a 3821/85, které stanoví pro tuto oblast z pohledu řidiče a dopravce stejná pravidla.
- Vyhláška č. 144/1982 Sb., o Celní úmluvě o mezinárodní přepravě zboží na podkladě karnetů TIR (Úmluva TIR). Úmluva usnadňuje mezinárodní přepravu zboží silničními vozidly, zjednodušuje a sjednocuje administrativní formality v oblasti mezinárodních přeprav, zejména na hranicích.
- Vyhláška č. 61/1983 Sb., o Dohodě o mezinárodních přepravách zkazitelných potravin a spec. prostředcích pro tyto přepravy (Úmluva ATP)
- Vyhláška č. 64/1987 Sb., o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných látek (Dohoda ADR). Platné znění této dohody bylo publikováno jako Sdělení MZV č. 159/1997 Sb., ve znění úprav publikovaných ve Sbírce zákonů jako sdělení č. 186/1998, č. 54/1999 Sb. a Sbírce mezinárodních úmluv jako sdělení č. 93/2000 Sb., m.s.č. 6/2002 Sb., m.s.č. 65/2003 Sb.

## 20. SKLADY DŘÍVÍ

Pod pojmem **sklady dříví** rozumíme různá zařízení, od pracoviště těžební čety na odvozním místě, po sklady dříví dřevozpracujících kombinátů, která jsou v procesu výroby surového dříví technologicko-technickým prvkem, plnicím **obecné funkce** (zprůměrnění výroby dříví) a **specifické funkce** (závislé na poloze skladu, množství a skladbě dodávaného dříví, provozních podmínkách provozovatele skladu, rozmístění odběratelů, nerovnoměrnosti výroby a prodeje dříví, hustotě dopravní sítě atd.), přičemž je míra plnění jednotlivých funkcí na každém skladu jiná. Kombinace a míra plnění obecných a specifických funkcí, spolu s konfigurací terénu skladu a místními zvyklostmi a potřebami způsobují, že každý sklad dříví je originálem, jak z hlediska začlenění do výrobního procesu, tak technologie a strojního vybavení.

**Obecné funkce** skladů dříví jsou

- **lepší podmínky pro druhovalání dříví**, spočívající v lepší přístupnosti a viditelnosti dříví, prostorové koncentraci dříví a v technickém vybavení pracoviště – ve srovnání s druhovaláním dříví v porostu (na těžební ploše)
- **lepší pracovní podmínky** – terén skladu je bez překážek, používá se ve zvýšené míře strojová práce namísto práce manuální a některé práce jsou přeneseny "pod střechu"
- **lepší sociální podmínky** – pracoviště lze vybavit alespoň přístřeškem či lesankou, v optimálním případě i trvalou stavbou, je možné zajistit stravování a stálé sklady mohou mít i sociální zařízení.

**Specifické funkce** skladů dříví jsou

- **mezioperační zásoba**, když sklad vyrovnává časové nerovnoměrnosti mezi těžbou, soustředováním, odvozem a prodejem dříví
- **místo návaznosti a změn způsobu transportu**, když na skladě probíhá změna z dopravy dříví automobily na dopravu po železnici, resp. na vodní dopravu
- **nakládací stanice** koresponduje s místem návaznosti a změn způsobu dopravy, pokud je součástí skladu vlečka, manipulační kolej, nebo přístav. Sklady bez přístupu k železnici a plavební dráze, na nichž se vydruhované dříví nakládá na nákladní automobily a následuje druhotný odvoz, funkci nakládací stanice neplní.
- **místo adjustace dříví před dodávkou**, když mimo druhovalání, třídění, odkorňování, příp. odvětňování, které jsou v zásadě shodné pro všechny odběratele, je nutné dříví adjustovat podle požadavků, které se u jednotlivých odběratelů odlišují: např. se jedná o specifikované délky a tloušťky, násobky délek, atd.
- **předávací místo**, pokud na sklad dodavatele navazuje sklad odběratele, je možné použít k přesunu dříví mezi nimi vnitroskladovou dopravu, a vyloučit druhotné odvozy. Rovněž je možné zrychlit a zlevnit měření a evidenci dříví, pokud se obě strany dohodnou na společném měření dříví a shodném způsobu jeho evidence.
- pro prodej dříví dražbou (cenných výřezů) je prostor skladu ideální jako **místo dražby**.

### 20.1. Členění skladů dříví podle jejich umístění

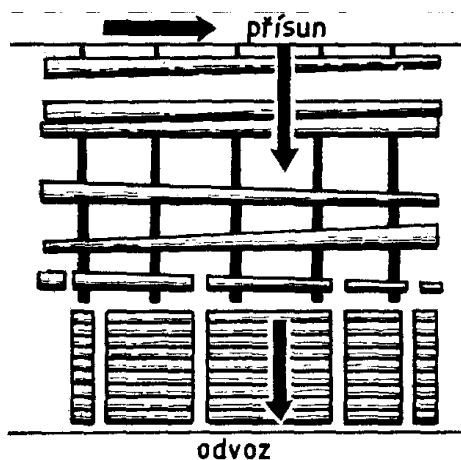
Za **lesní (horní) sklady** se považují veškeré prostory a zařízení u odvozních cest, sloužící druhovalání, adjustaci, ošetření a dočasnému uložení dříví; počínaje skládkou dříví až po pracoviště komplexních čet či pracovišť procesorů pracujících na odvozním místě. Jako **terminál** označujeme lesní sklad v případech, kdy se na něm vykonávají ještě další práce: např. štěpkování těžebního odpadu, pořez kulatiny mobilní pilou, atd.

**Hlavní (dolní) sklady** se člení na

- **hlavní sklady u odběratele**
- **hlavní sklady samostatné**, které se dále člení podle činností na nich prováděných na:
  - **(ES) expediční sklady**, na nichž se provádí pouze expedice dříví, případně jen druhovalání tříděním ze sortimentů vyrobených jinde, tj. na lesních skladech, případně při aplikaci sortimentní těžební metody v porostech
  - **(MES) manipulačně-expediční sklady** určené pro druhovalání tříděním, řezem a štípáním a následnou expedici dříví, případně určené pro odkorňování (výjimečně odvětňování)

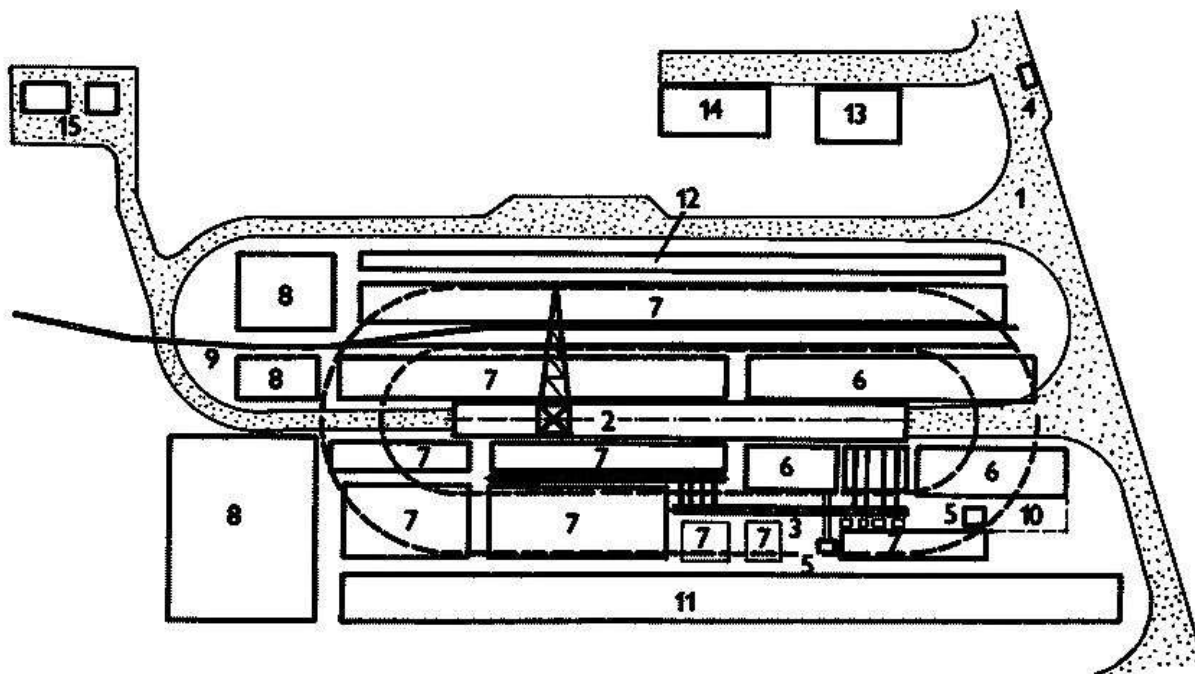


- **(CMS) centrální manipulační sklady**, na kterých se provádí stejné činnosti jako na MES, ale jediným skladem prochází veškeré vytěžené dříví z celého lesního majetku.



Obr. 20.1. Schéma typického prostorového uspořádání lesního (horního) skladu

**Mobilní manipulační soupravy** se jako místa prvotního opracování dřeva přibližují co nejbližší zdroj dříví. Jsou to mobilní zařízení, schopná v omezeném rozsahu druhování příčnými řezy, třídění, výjimečně i odkorňování a odvětvování. Vhodné jsou v imisních a kalamitních těžbách, kdy je zdroj dříví dočasný – např. v imisní oblasti nemusí být po zpracování imisní těžby další dříví k dispozici následujících 50 let. V ČR byla používána tuzemská mobilní manipulační souprava TR 8-002 poháněná motorem Zetor 8601, jejímiž komponenty byl návěs N 292220, hydraulický jeřáb HARA 60, a kotoučová pila 1 000 mm; a importované LOGMA K-4, a LIMBAC 85-45, LIMBAC 85-75, které odvětvovaly a odkorňovaly. V současnosti se v tuzemsku mobilní manipulační soupravy nepoužívají.



P

- 1 skladová komunikace, 2 jeřábová dráha, 3 manipulační linka, 4 váha, 5 štípačka,  
 6 skládka surových kmenů, 7 skládky hotových sortimentů, 8 rezervní skládky,  
 9 železniční vlečka, 10 manipulační plocha, 11 zpevněné odstavné plochy, 12 pomocná plocha,  
 13 sociální zařízení, 14 dílna, 15 čistíčka odpadních vod

Obr. 20.2. Příklad prostorového uspořádání klasického manipulačního skladu

## 20.2. Členění skladů dříví podle jejich roční kapacity, dřevin a hmotnatosti kmenů

Předpokládaná roční kapacita skladu je rozhodující pro vybavení stroji a zařízeními, způsob vnitroskladové dopravy (dopravníky, jeřáby, nakladače) a velikost meziskládek. Traduje se členění na sklady u odběratele (do 50 tis. m<sup>3</sup>, 50-150 tis. m<sup>3</sup>, nad 150 tis. m<sup>3</sup>), a na sklady lesních majetků, resp. podnikatelských subjektů (do 10 tis. m<sup>3</sup>, 10-25 tis. m<sup>3</sup>, 25-50 tis. m<sup>3</sup>, nad 50 tis. m<sup>3</sup>). Kapacitní členění není dogmatem, ale platí vždy, že ekonomická efektivnost jednotlivých strojů a zařízení je dosažitelná jen při určitém objemu výroby. Proto je stanovení minimální roční kapacity skladů dříví pro jejich efektivní uplatnění rozhodující.

Vybavení skladů dříví a jejich prostorové uspořádání souvisí s tím, které dřeviny na nich budou opracovávány. Z tohoto hlediska rozlišujeme

- **sklady výhradně pro jehličnaté dřeviny**
  - s odkorňováním
  - bez odkorňování
- **sklady pro dřeviny jehličnaté i listnaté** (s převahou jehličnatých)
- **sklady pro dřeviny listnaté i jehličnaté** (s převahou listnatých)
- **sklady výhradně pro listnaté dřeviny.**

Optimální vybavení skladu dříví stroji a zařízeními je určováno převládajícími dřevinami s tím, že dřeviny s nízkým zastoupením by měly být zpracovatelné na téže manipulační lince kompromisně (s vyšší pracností a nižší výkonností), nebo na menší lince nižší výkonnosti, či v nejhorším případě na náhradní skládce motomanuálně.

Strojní vybavení skladů a dimenzování použitých konstrukcí závisí na hmotnatosti opracovávaných kmenů (stromů). Proto je obvyklé členění skladů:

- **sklady na tlusté dříví**, pro zpracování kmenů se střední tloušťkou nad 25 cm
- **sklady na tenké dříví**, pro zpracování kmenů se střední tloušťkou pod 20, resp. 19 cm
- **sklady na dříví tlusté i tenké**, u kterých je podíl tlustého a tenkého dříví vyrovnaný.

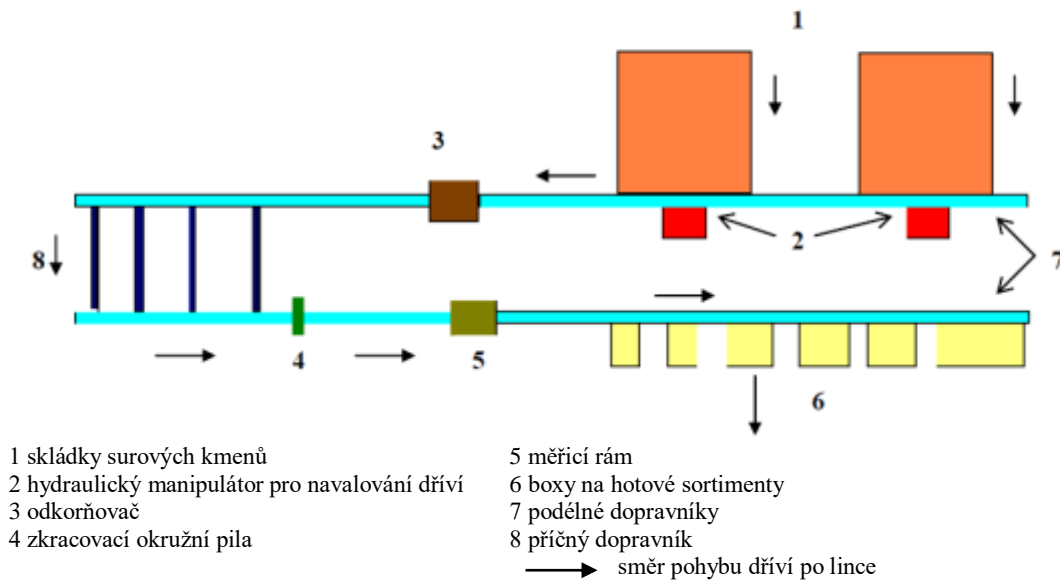
## 20.3. Vybavení skladů dříví

**Koncepce skladu dříví** a tím nároky na strojní vybavení a prostor jsou dány koncepčním řešením zvolené **manipulační linky**. Rozeznáváme

- **klasické manipulační linky** vybavené podélnými a příčnými **dopravníky dříví**. Na těchto kontinuálně pracujících linkách se pohybuje druhované (manipulované) dříví a je pomocí dopravníků podélně a příčně přemísťováno. Technologické zařízení zůstává na místě. Tento princip linek je nejrozšířenější. Princip činnosti klasické manipulační linky a postupu zpracování surových kmenů i výřezů na ní je znázorněn na schématu na Obr. 20.3.

Pohyb surových kmenů i výřezů je zde vyznačen šipkami. Pohyb dříví po manipulační lince začíná vždy na skládce surových kmenů. Prvním uzlem linky, který dříví uvádí do pohybu, je uzel pro příčný pohyb surových kmenů ze skládky na první – přísunový podélný dopravník. Dávkování surových kmenů je na dané lince řešeno hydraulickým manipulátorem. Surové kmeny se postupně dostávají po podélném dopravníku přes odkorňovač k příčnému dopravníku. Příčný dopravník umožňuje přemístit dříví na další podélný dopravník s opačným směrem posunu kmenů, než na předešlém podélném dopravníku. Toto řešení má zásadní význam pro zkrácení zástavbové délky manipulační linky.

Následný přesun kmenů ke zkracovací pile probíhá po podélném dopravníku přes měřicí rám, který snímá délky a průměry surového kmene. Po rozmanipulování surového kmene zkracovací pilou jsou hotové sortimenty unášeny podélným dopravníkem a tříděny do boxů, umístěných po stranách podélného dopravníku.



**Obr. 20.3. Schéma klasické manipulační linky**

Pohyb výřezů po manipulační lince končí vnitroskladovou přepravou hotových sortimentů od manipulační linky, v tomto případě zpravidla pomocí kolového čelního nakladače. V rámci vnitroskladové dopravy může být dříví i nakládáno na odvozní prostředky (silniční nebo železniční).

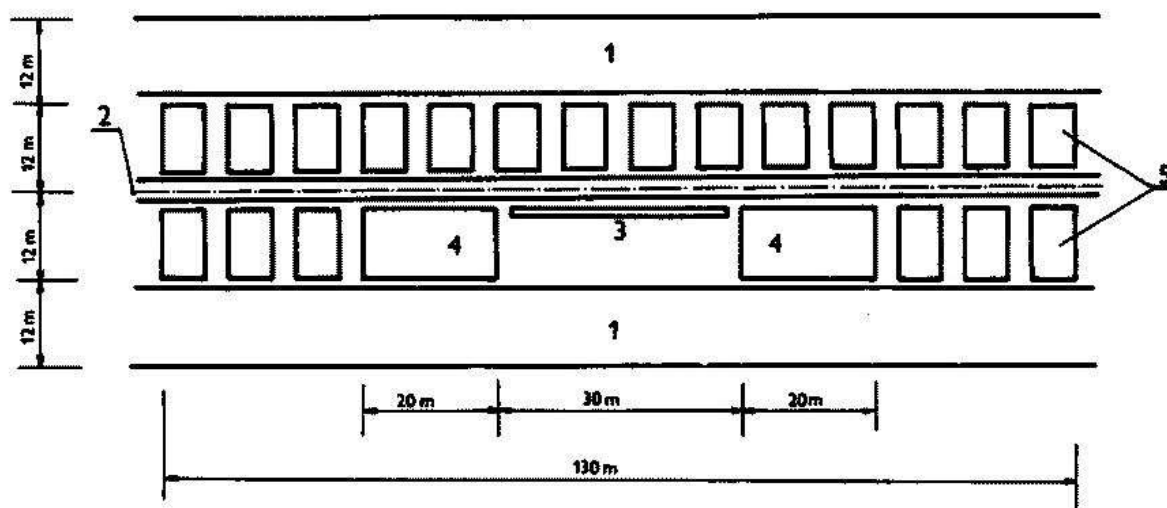


**Obr. 20.4a. Manipulační linka – podélný dopravník a třídící boxy**



**Obr. 20.4b. Nakládání výřezů dříví do klanicových vagonů čelním nakladačem**

- **manipulační linky s manipulačním vozíkem** – na těchto zařízeních (v ČR jsou nejtypičtějšími výrobky této kategorie stroje firmy Baljer-Zembrod) se pohybuje technologické zařízení – manipulační vozík. Na něj se dříví určené k druhotnému naložení naloží hydraulickým jeřábem s drapákem (HJ je součástí manipulačního vozíku), za jízdy vozíku ke skládce se vydrhne, a po příjezdu k patřičné skládce se na ni vydrhované sortimenty dříví uloží. Princip činnosti manipulační linky s manipulačním vozíkem je znázorněn na Obr. 20.5.



1 skladová komunikace, 2 kolejová dráha linky Baljer-Zembrod s manipulačním vozíkem,  
3 nakládací plošina, 4 skládky surových kmenů, 5 skládky hotových sortimentů

**Obr. 20.5. Příklad prostorového uspořádání manipulačního skladu s linkou Baljer-Zembrod**

I na tomto zařízení začíná celý proces přesunem surového kmene uloženého na skládce, a to hydraulickým jeřábem, ovšem nikoliv na pohybující se dopravník, nýbrž na pevnou manipulační stolicí, jež je součástí manipulačního vozíku. Na této stoličce pak kmen leží po celou dobu krácení. Měření délek a průměrů na lince Baljer-Zembrod zajišťuje pohyblivý měřicí rám. Manipulace dříví (příčné rozřezávání surových kmenů) je zajištěna hydraulicky poháněnou lištou s obíhajícím pilovým řetězem (je také součástí výbavy manipulačního vozíku). Obsluhující pracovník při manipulaci popisuje čela vytvořených výřezů. Souběžně s manipulací dochází k odebrání hotových sortimentů hydraulickým jeřábem, přičemž některé jsou ukládány na přepravní vozík a jiné přímo na skládky hotových sortimentů.

Po naplnění úložného prostoru manipulačního vozíku jsou hotové sortimenty na něm uložené rozvezeny a hydraulickým jeřábem uloženy na skládky. Hlavní výhodou linky Baljer - Zembrod je to, že se kmen při svém zpracování nepohybuje, což umožňuje na tomto zařízení zpracovávat i kmeny křivé, jehličnatých i listnatých dřevin, slabé nebo i velmi tlusté. Linka je tedy univerzálním zařízením.



**Obr. 20.6 Manipulačně třídící linka Baljer-Zembrod**

## Výkonnost manipulačních linek

Výkonnosti jednotlivých typů manipulačních linek se výrazně liší. Důvodů k tomu je několik: charakter dříví (tenké – tlusté, jehličnaté – listnaté), konstrukční parametry linky, uspořádání skladu, atd. Příklady výkonností jednotlivých manipulačních linek z několika různých lokalit jsou uvedeny v tabulkách č. 20.1. a 20.2.

Manipulační linka	průměrná hmotnatost (m <sup>3</sup> /kus)	výkonnost (m <sup>3</sup> /směna)	výkonnost (ks/směna)
ML 25, ruční navalování, lokalita 1	0,14	40	286
ML 25, ruční navalování, lokalita 2	0,15	40	267
ML 25, strojní navalování, lokalita 2	0,15	80	533
ML UN 35, lokalita 3	0,14	50	357
ML 33/97, lokalita 4	0,15	60	400
ML 25, lokalita 5	0,14	65	464

Tab. 20.1. Příklady výkonnostních parametrů manipulačních linek pro zpracování tenkého dříví

Aby bylo možno srovnat výkonnosti jednotlivých linek, byly z důvodu rozdílných hmotností dřevní suroviny jejich směnové výkonnosti přepočítány z m<sup>3</sup> na počet rozmanipulovaných kmenů za jednu směnu.

Manipulační linka	průměrná hmotnatost (m <sup>3</sup> /kus)	výkonnost (m <sup>3</sup> /směna)	výkonnost (ks/směna)
ML - UN 55/97, lokalita 1	0,35	100	286
ML 55, lokalita 2	0,50	190	380
ML 80, lokalita 3	0,30	100	333
Springer, lokalita 4	0,45	120	267
Baljer/Zembrod, lokalita 1	0,50	120	240

Tab. 20.2. Příklady výkonnostních parametrů manipulačních linek pro zpracování tlustého dříví

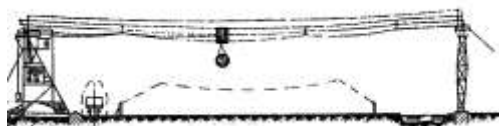
Je patrné, že nejnižších výkonů dosahují manipulační linky s ručním navalováním dříví, následují linky s automatickým navalováním a nejvyšších výkonů dosahují linky s navalováním hydraulickým manipulátorem. Nejnižšího výkonu dosahuje manipulačně – třídící linka Bajler & Zembrod, která pracuje diskontinuálním způsobem. Není ovšem důvod tuto skutečnost hodnotit negativně: tato linka totiž umožňuje druhovat dříví na jiných zařízeních nezpracovatelné, a to díky principu své konstrukce, od něhož je odvinuta i její výkonnost. Je tedy jednoznačně nutné pro optimalizaci volby manipulačních linek vždy znát předpokládanou tloušťkovou a druhovou strukturu dříví, jež má být linkami zpracováváno.

Prostorovým uspořádáním a vybavením stroji a zařízeními musí sklad dříví vyhovovat operacím, které se na něm budou provádět. Jsou to:

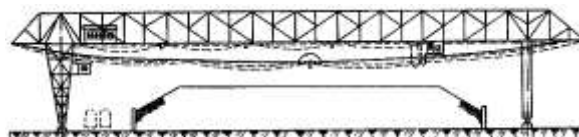
- **skládání dříví z odvozních prostředků** zařízení neseným na vozidle u skladů s nízkou roční kapacitou, nebo vlastními skladovými zařízeními v případě větších skladů
- **ukládání složeného dříví na skládky**, a to jak dovezených hotových sortimentů, tak surových kmenů a sdružených výřezů určených k dalšímu druhování
- **podélné a příčné přemístování dříví** k jednotlivým strojům dopravníky podélnými (řetězovými, žlabovými), a příčnými, na meziskládky vyrovnávající nerovnoměrnost ve výkonnosti strojů v technologickém řetězci. Z hlediska spotřeby času i přímých nákladů je vnitroskladová doprava nejnáročnější operací. Rozdíly ve výkonnosti uzlů mohou být tak velké, že je nelze vyrovnat mezioperační zásobou – např. rozdíl mezi zkracovacím uzlem a odkorňovačem se řeší tak, že k jednomu odkorňovači se sbíhá více linek od zkracovacích pil, nebo odkorňovač pracuje v jedné směně a zkracovací linka ve dvou.
- **měření dříví** bývá někdy doplněno i automatickým krychlením změřeného dříví

- **příčné přeřezávání dříví** bývá nejčastěji řešeno kotoučovou či řetězovou pilou, dimenzovanou podle tloušťky zpracovávaného dříví. Používají se dva druhy zkracovacích pil – okružní a řetězová. Průměr pilových kotoučů se pohybuje okolo 1000 mm, délka lišty řetězové pily může činit 1200 i více mm. Pro bezpečné řezání jsou krátící pily doplněny svěřacími rameny pro stabilizaci kmenů při řezu.
- Méně se používají beztrísková krátící ústrojí, pracující na principu hydraulických nůžek. Při nízkých objemech druhování netvárného listnatého dříví a při druhování na náhradních skládkách se pro příčné přeřezávání kmenů používá i pouhá motorová řetězová pila.
- **třídění hotových sortimentů** je obvyklé na třídících dopravnících, na základě okulárního posouzení jakosti a se zohledněním rozměrů výřezů. Nejstarším principem třídícího uzlu je kombinace zarážky a šnekového válečku. Dalším principem je jednostranný vyrážeč, ovládaný pneumatickými válci, používá se na krátké i dlouhé sortimenty. Spodní vyrážeče oboustranné, poháněné elektromotorem, jsou využívány na moderních linkách na sortimenty delší dvou metrů a s minimálním průměrem větším než 10 centimetrů. Horní vyrážeče oboustranné, poháněné elektromotorem, se používají na třídění krátkých sortimentů od 5 centimetrů tloušťky a 1 metru délky. Podélný dopravník je u těchto vyrážečů vybaven gumotextilním pásem, který umožňuje prokluz dopravovaných výřezů např. při jejich vzpříčení. Poslední způsob oboustranného vyrážení sortimentů využívá hydraulicky naklápěný odsunový dopravník – vhodný i pro sortimenty delší dvou metrů.
- **štípání** řetězovými či hydraulickými štípačkami se používá pro získání vlákninového dříví z polen s hnilobou nebo pro rozměrovou úpravu palivového a vlákninového dříví do podoby štěpin a třísek
- **odkorňování dříví** se realizuje ve dvou technologických variantách. Buď se odkorňuje celý surový kmen bez ohledu na to, jaké sortimenty z něj budou následně vyduhovány, nebo se nejprve surový kmen vyduhuje, a odkorňují se jen vybrané sortimenty.
- **odvětňování** přichází v úvahu jen velmi výjimečně, při aplikaci stromové těžební metody s odvětňováním stromů na dřevoskladě
- **štěpkování** se týká buď větví po odvětňování – pak musí být kontinuální s odvětňováním, nebo se štěpkují manipulační odřezky, a v tom případě postačuje štěpkování periodické
- **popisování, evidování, adjustace** výřezů dříví
- **nakládání hotových sortimentů** na železniční vagóny, silniční vozidla, lodě, atd.
- pro **další operace**, které s provozem skladu souvisejí přímo nebo nepřímě (frézování tyčových výřezů, hrocení kůlů, briketování pilin, kompostování kůry atd.) mohou být vyčleněny další plochy.

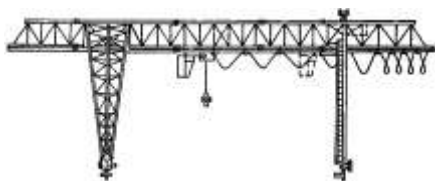
**Jeřáby** slouží ke skládání a nakládání vozidel, a k přemísťování a ukládání dříví. Plocha, kterou obsáhnou, je dána jejich dosahem od jeřábové dráhy. Tato nevýhoda (oproti čelním nakladačům) je vyvážena tím, že povrch skladu nemusí být celoplošně zpevněný a dříví je možné ukládat do větších výšek. Na skladech se používají všechny typy jeřábů – **lanové (kabelové)**; **lano-portálové (kabeloportálové)**, u nichž je portál namáhán jen na vzpěr a lano nese náklad; **mostové (portálové)**, u kterých je portál nosným konstrukčním prvkem; a **věžové (stavební)**, jejichž hlavní výhodou jsou nižší pořizovací náklady.



Obr. 20.7. Lanový (kabelový) jeřáb



Obr. 20.8. Lano-portálový (kabeloportálový) jeřáb



Obr. 20.9. Mostový (portálový) jeřáb

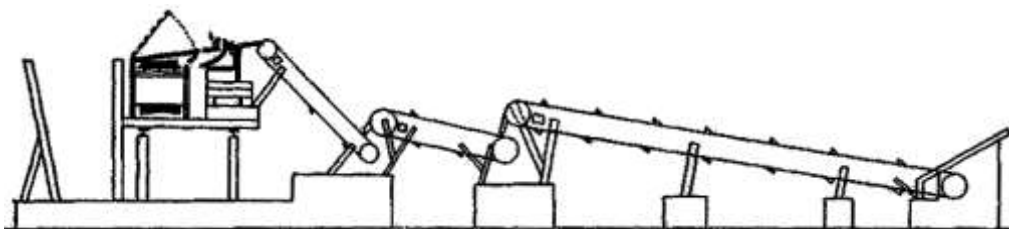


Obr. 20.10. Věžový (stavební) jeřáb



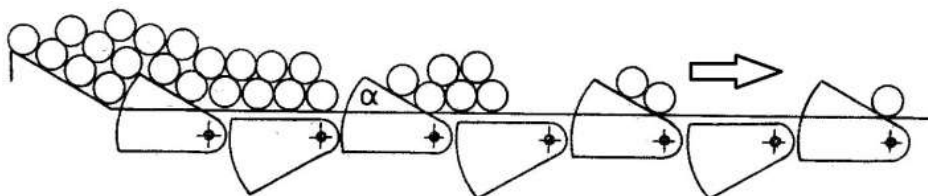
**Podélné dopravníky** (řetězové či žlabové) slouží k podélnému přesunu dříví a jsou doplněné zarážkami i k jeho třídění, **dopravníky pásové** se používají k odsunu odřezků od pil a kůry od odkorňovače, u některých linek však mohou být použity i pro podélný přesun vyrobených výřezů.

**Příčné dopravníky** slouží jako dávkovače (případně třídiče) a jako prostor pro mezioperační zásobu. Vzpříčené kusy na dávkovacím dopravníku se uvolňují hydraulickým jeřábem, který bývá vybaven místo drapáku jen „prstem“. Příčný **kaskádový dopravník** může vyrovnávat rozdíly mezi výškovými úrovněmi skladu, a vzniklý prostor využívá pro mezioperační zásobu.



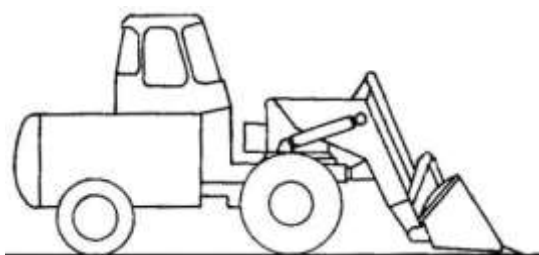
Obr. 20.11. Kaskádový dopravník

Příčné dopravníky bývají využity pro mezioperační zásobu dříví a vyšší hromady na nich uloženého dříví musí být nějakým způsobem rozvolňovány (rozkulovány). Jednou z možností jsou rozkulovací dopravníky, či jejich sekce.



Obr. 20.12. Rozkulovací (rozvalovací) dopravník

**Čelní nakladač** je univerzálním prostředkem, schopným skládat, nakládat a přemísťovat nejen dříví, ale s použitím adaptérů i jiné substráty, např. štěpky, kůru a piliny. Standardní čelní nakladač je schopen nakládat jen železniční vagóny, protože jeho výškový dosah nestačí na nakládání velkoobjemových návěsů. Ty mají horní hranu 4 m vysoko, a proto jsou pro nakládání štěpek a pilin do nich nezbytné nakladače s prodlouženým zdvihem. Adaptéry nakladače (lopaty, drapáky, vidle) jsou k nosným ramenům připevňovány rychloupínacím ústrojím, jejich výměna je proto rychlá, a nevyžaduje ruční práci. Pokud nemá čelní nakladač mezi adaptéry drapák s rotátorem, není schopen nakládat dříví jinak, než v podélné ose přepravního vozidla (viz Obr. 20.4b.). Příčné nakládání rovného dříví na auta a do vagónů se pak musí realizovat hydraulickým jeřábem s otočným drapákem na odvozním prostředku (Obr. 20.14.).

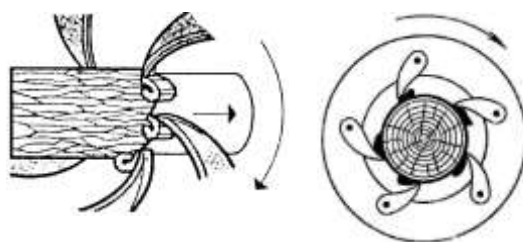


Obr. 20.13. Čelní nakladač s lopatou na sypké hmoty



Obr. 20.14. Nakládání dříví do vagonu hydraulickým jeřábem odvozní automobilní soupravy

Na skladech se zpravidla provádí **štípání dříví** jen z důvodů jeho rozměrové úpravy. Pro něj postačí **žlabové štípačky**, do kterých se dříví přisunuje (a odsunuje) sapinou. Pokud musí být štípání precizní, např. při „vyšťipávání“ rezonančního dříví, jsou vhodnější **stolové**, nebo **vertikální štípačky**, u kterých je materiál lépe vidět. Pokud se štípání realizuje jen v malém rozsahu, nebývá sklad štípačkou vybaven, ale čas od času se nadrozměrné výřezy rozštípou dodavatelsky (třeba štípačkou na bagru).



Obr. 20.14. Princip odkorňování v odkorňovači s průchozím rotorem

**Odkorňování** dříví se téměř úplně přesunulo na sklady odběratelů, kterým je dříví dodáváno v kůře. Pokud je potřeba dodávky odkorněného dříví občasná (např. při nemožnosti dodat kůrovcové dříví), využívá se služeb dodavatelů vybavených **mobilitními odkorňovači** (např. *Doll*). Hromadné odkorňování rovného dříví v bubnech je běžné také jen u odběratelů. Na skladech se používá jednotlivé odkorňování **odkorňovači s průchozím rotorem** (*Cambio, Valon Kone, Sagem*). Princip odkorňování spočívá v podélném podávání výřezu do rotoru odkorňovače, kde je tupými noži kůra odírána, po předchozím narušení kůry nařezávacími noži.

**Odvětování na skladech dříví** se provádí výjimečně, buď tzv. hrubé odvětvení, které se realizuje v zařízeních podobných bubnovým odkorňovačům, nebo stabilními procesorovými jednotkami.

**Štěpkování na skladech** se nejčastěji týká manipulačních odřezků, které mají nestandardní rozměry i kvalitu (různé délky, v kůře i odkorněné, tlusté i tenké, zdravé i nahnilé či sukáté). Na skladech, kde se zpracovávají celé stromy, se štěpkuje klest a celé stromy, neposkytující užitkový sortiment. Podle charakteru materiálu ke štěpkování se volí druh štěpkovače – pro chaotický materiál, jako je klest a celé stromy **sekačka bubnová**, pro manipulační odřezky je výběr sekaček širší. V případech, kdy materiálu ke štěpkování není dostatek ani na periodický provoz sekačky, se občas využívá dodavatelských služeb.

Na skladech dříví se s výhodou provádí i různé činnosti, mající posunout finalizaci dříví. Je to např. výroba a hrocení zahrádkářských kůlů, případně jejich podélné rozmitání a výroba okružovaných sortimentů (frézovaný program).

**Velikost (výměra) skladu** musí odpovídat prováděným operacím, roční kapacitě, požadavkům na dočasné skladování dříví a strojnímu vybavení, zejména způsobu přemísťování dříví, čelními nakladači, což je prostorově náročnější řešení (ale univerzálnější, protože umožňuje v případě potřeby ukládat dříví na náhradní skládky mimo dosah technologie), nebo jeřáby, což je řešení prostorově úsporné, ale neumožňuje ukládat dříví jinam, než v dosahu jeřábové dráhy.

**Kritéria výběru místa skladu** se liší podle toho, zda se jedná o sklad lesní či hlavní. Pro **lesní sklad** platí:

- lokalizace místa u odvozní cesty
- rovná, suchá plocha s mírným sklonem
- přiměřená velikost, závislá na množství gravitujícího dříví, počtu dřevin a vyráběných sortimentů, a na použité technologii - tj. které operace a jakým způsobem budou prováděny.

**Velikost plochy** musí umožnit vymezení prostor

- pro uložení kmenů nebo stromů
- manipulační plochy (manipulovat se má na volné ploše, nikoliv na skládkách!)
- pro hotové sortimenty (nezapomenout na mezery mezi skládkami)
- pro těžební odpad (zejména pro klest při mechanizovaném odvětvení)
- pro stroje a zařízení (včetně lesanek, sudů s PHM atd., v závislosti co všechno se na skladě bude provádět: druhování řezem, druhování tříděním, odvětvení, štěpkování, štípání, atd.).

Pro **hlavní sklad** platí:

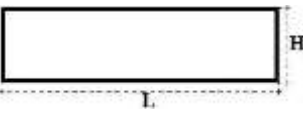
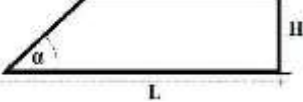

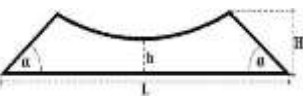
- lokalizace skladu buď u odběratele nebo samostatně
- lokalizace u železniční vlečky nebo manipulační koleje, v přístavu, nebo jen nakládací stanice

- rovná plocha není podmínkou (svažitost terénu lze využít pro uložení mezioperační zásoby dříví a sortimentů v různých výškových úrovních při použití kaskádových dopravníků a jeřábů)
- při umístění v zástavbě nebo na jejím okraji je nutné řešit zvukovou izolaci (protihluková bariéra, zeleň).

#### Velikost plochy musí umožnit **vymezení prostor**

- pro skládání surových kmenů a netříděných výřezů i rovnaného dříví
- pro ukládání mezioperačních zásob složeného dříví
- pro vnitroskladové komunikace
- pro příčné rozřezávání dříví
- pro třídění
- pro štípání
- pro ukládání hotových sortimentů
- pro další případnou výrobní činnost:
  - štěpkování
  - odkorňování
  - odvětvování
- ukládání odpadů (kůra, drť, odřezky)
- pro údržby, opravy a garážování techniky, kanceláře, sklady materiálu a sociální zázemí.

Potřebná velikost plochy pro sklad se odvíjí především z množství skladovaného dříví, jeho délek a tvaru. Dalším faktorem je způsob ukládání dříví na skládky, a jeho odebírání ze skládek, který určuje **tvar skládek** (příčný profil), při totožné délce skládky, dané délkou sortimentu. Prostor pro skládky však musí být širší o mezery mezi skládkami (min. 1 m).

	<p>Příčný profil skládky pro ukládání dříví jeřábem mezi pevné stojiny. Objem skládky je</p> $V = L \times H \times D_s$ <p>kde <math>V</math> objem skládky v <math>m^3</math>, <math>H</math> výška skládky v <math>m</math>, <math>L</math> délka skládky, <math>D_s</math> délka uloženého sortimentu, <math>h</math> výška skládky uprostřed</p>
	<p>Příčný profil skládky pro jednostranné ukládání a odebírání dříví čelním nakladačem, kdy je ze strany přísunu a odběru přirozený sklon hromady <math>\alpha</math> (30-40 % podle tloušťky výřezů) a druhá strana skládky je pevná. Objem skládky je</p> $V = H \times D_s \left( L - \frac{H}{2 \tan \alpha} \right)$
	<p>Příčný profil skládky pro ukládání i odebírání dříví čelními nakladači, kdy přísun je z jedné strany skládky a odběr z druhé. Objem skládky je</p> $V = H \times D_s \left( L - \frac{H}{\tan \alpha} \right)$
	<p>Příčný profil skládky pro ukládání i odebírání dříví čelními nakladači, kdy přísun je z jedné strany skládky, a odběr z druhé, a současně je odběr jeřábem s drapákem ze středu skládky. Objem skládky je</p> $V = D_s \left( L \times \frac{H+h}{2} + \frac{H \times h}{\tan \alpha} \right)$

**Tab. 20.3. Tvary skládek dříví a výpočty jejich objemů**

Skutečný objem skládky v  $m^3$  dříví závisí na **koeficientu zaplnitelnosti skládky**, vyjadřujícím, jaký podíl z prostoru skládky je zaplněn uloženým dřívím. Koeficient závisí na způsobu uložení dříví, dřevině, stupni odkornění, křivosti a délce výřezů, a používá se pro tyče 0,2; pro dlouhé surové kmeny 0,3; pro krácené surové kmeny a kulatinu 0,4; pro krátké výřezy až 0,6.

#### 20.4. Ekonomika skladů dříví

Sklady dříví (zejména hlavní sklady) jsou ekonomicky náročnou záležitostí, kdy k investičním nákladům na stroje a zařízení (manipulační uzly, dopravníky, odkorňovače, nakladače, jeřáby, štípačky, sekačky, atd.) přistupují stavební náklady (stavební objekty, zpevnění a odvodnění skladových ploch, čističky odpadních vod, kanceláře, sklady, sociální zařízení), pronájem či odpisy z plochy a náklady na

vlastní provoz (přímé mzdy, elektrická energie, odpisy základních prostředků, spotřeba materiálu, opravy a údržba, čištění skladu, osvětlení).

Ekonomika výroby skladu dříví je dána saldem mezi tržbami za výrobek a náklady na jeho získání. V případě skladů dříví lze jejich **ekonomický přínos** vyjádřit jako saldo mezi zvýšenou tržbou za dříví, jako výsledkem lepšího druhoování (které by bylo nedosažitelné při druhoování na odvozním místě či v porostu), a zvýšenými finančními náklady na druhoování dříví na skladě, oproti druhoování na odvozním místě či v porostu.

Nákladové zatížení každého  $1\text{m}^3$  dříví, který projde skladem je však tak vysoké, že ekonomickou efektivnost (při vyloučením mimoekonomických efektů, kterými jsou zvýšená kultura a hygiena práce, zvýšení společenské prestiže zaměstnance skladu atd.) nelze u některých sortimentů prokázat. Všeobecně lepší předpoklady pro ekonomickou efektivnost skladů dříví jsou u dříví tlustého a listnatého, tedy v případech, kdy lze druhoování na kvalitativní hranice docílit vyduhováním vyššího množství dobře prodejných sortimentů. U tenkého dříví je takový předpoklad odvážnější, protože cena vlákninového dříví se blíží ceně nejtenčí sukaté kulatiny.

Praxe signalizuje perspektivnost manipulačních linek typu Baljer-Zembrod v tom smyslu, že vykazují při stejném objemu prací o cca 1/5 nižší přímé a mzdové náklady na provoz, než klasické manipulační linky.

Perspektiva skladů dříví bude záviset především na jejich ekonomické efektivnosti a na tom, jaké další funkce převezmou (např. dražební místo v případech aukcí dříví mimořádné kvality). V každém případě však lze předpokládat větší rozšíření sortimentní metody, a to zejména na menších lesních majetcích. Na velkých lesních majetcích bude muset podrobná ekonomická kalkulace předcházet rozhodnutí o dalším používání těžebních metod, i o další funkci stávajících manipulačních skladů.

## 20.5. Ochrana dříví v průběhu jeho skladování

Každý odběratel dříví požaduje, aby mu bylo dodáno ve stavu splňujícím optimálně jeho požadavky. Proto je cílem ochrany dřeva v průběhu jeho skladování předejít včasnými a vhodnými opatřeními změnám v jeho kvalitě, které by mohly mít za následek snížení ceny, nebo by vedly k neprodejnosti. Po pokácení stromu se dřevo stává odumírající organickou hmotou, u které nelze nežádoucí destrukční procesy zastavit, a proto také nelze úplně vyloučit pokles jeho kvality v průběhu skladování. Ideálním způsobem zábrany poklesu kvality dříví, je neskladovat jej vůbec, tedy buď jej dodat ihned po těžbě, nebo v případě nesouladu nabídky a poptávky těžbu odložit. Dřevo je po pokácení vystaveno působením vzduchu, tepla a světla fyzikálním vlivům, měnícím jeho vzhled (barva) a fyzikální a chemické vlastnosti. Změny mohou být příznivé (odpaření vody) i nepříznivé (vznik trhlin). Atmosférické vlivy ovlivňují vývoj rostlinných (houby) a živočišných (hmyz) škůdců dřeva. Významné při **skladování surového dříví** je, že opatření omezující rozpraskání dříví vysycháním mohou přispívat k napadení hmyzem či houbami. Univerzální způsob ochrany dříví před všemi možnými způsoby jeho znehodnocení v průběhu skladování neexistuje, a je třeba zvolit vždy takový způsob ochrany, který v konkrétním případě minimalizuje nejvyšší riziko.

Změny ve dřevě, a jejich rozsah závisí na formě, tvaru a rozměrech, ve kterých je fyzikálním vlivům vystaveno. Při vysychání dříví postupuje vlhkost z vnitřku na povrch, kde se odpařuje. Nejdříve se odpaří voda volná. Hranicí je **bod nasycení vláken** (podle dřevin 23-35 % vlhkosti), a pak se vypařuje i voda vázaná do doby, kdy je vlhkost dřeva v rovnovážném stavu s vlhkostí vzduchu. Další snížení vlhkosti dřeva je možné jen při snížení vlhkosti vzduchu, a naopak, při zvýšení vlhkosti vzduchu absorbuje dřevo vlhkost zpět. U tenké kulatiny (zvláště odkorněné) a řeziva malých rozměrů je proces vysychání rychlý, a nebezpečí napadení dřeva houbami a vzniku vnitřního napětí způsobujícího výsušné trhliny malé. Naopak, při pomalém vysychání tlusté kulatiny (zejména neodkorněné) vznikají podmínky pro vývoj hub, které mohou dřevo zbarvovat a rozrušovat hnilobou. U listnáčů může dojít i k zapaření. Povrchové vrstvy tlusté kulatiny vysychají nejdříve a zmenšují přitom svůj objem. Vnitřní vrstvy s původní vlhkostí však svůj objem nemění. Důsledkem je, že jsou vnitřní vrstvy dřeva stlačovány a vykazují napětí v tlaku. Ve vnějších vrstvách to vyvolává napětí v tahu, vedoucí k praskání vnějšího, suššího prstence dřeva. Trhliny vznikají nejdříve na čelech výřezů, kde dřevo vysychá nejrychleji, a při dalším vysychání se trhliny rozšiřují a prohlubují, čímž upotřebitelnost a

cenu dříví snižují. Praskání čel je u tvrdých listnáčů častější a výraznější než u jehličnanů a měkkých listnáčů. Pro zajištění počínajících trhlin se používají železné "S" háky, které se zatloukají do čel kulatinových výřezů tak, aby zachytily průběh trhlin včas. Protože je nutné je před pořezem vyjmout, bývají nahrazovány různými svorkami z plastu. Praktický závěr lze učinit, že lépe je skladovat kulatinu tenkou než tlustou a raději řezivo než kulatinu.

Ponecháme-li dříví chráněné před větrem pod ochranou porostu, nebo na zastíněné skládce, brání porostní mikroklima a zástin před přímým sluncem jeho rychlému vysychání a tím vzniku větších trhlin. Tento způsob ochrany dříví je použitelný pro dříví odkorněné i v kůře od poloviny září do konce dubna. V teplejším období není dostatečně účinný. Navíc z důvodu ochrany lesa před škodlivým hmyzem není možné od počátku dubna ponechávat v lese neodkorněné smrkové dříví, aby nebylo napadeno lýkožroutem smrkovým a dřevokazem čárkováným (v druhém případě se jedná o ochranu dříví před technickým poškozením). Při skladování odkorněné kulatiny do 10 dní postačí v letním období jako ochrana před rozpraskáním čel jejich zastínění, nebo nátěr provedený do 24 hodin po pokácení. Jako nátěr odrážející sluneční paprsky i jako nátěr desinfekční se používá vápenné mléko, případně vhodný fungicidní přípravek (např. LIGNOSAN). Stejnou funkci splní nátěr latexu, který se snadno ředí vodou a na povrchu dříví vytváří hladký film. Pokud jsou čela natřena před přiblížováním, měl by se nátěr opravit po uložení na skládku. Pro omezení přecházejících trhlin je vhodné nátěr "přetáhnout" i na oblé plochy kmene, případně při ručním odkornění ponechat u dolního čela neodkorněný prsteneček v délce 20-30 cm. (Pozor, při exportních dodávkách může být i tak malý zbytek kůry důvodem k fytopatologickému pozastavení dodávky).

Při pozdním kácení listnáčů je možné riziko praskání čel snížit transpiračním vysycháním, při kterém ponechané větve s asimilačním aparátem vytranspirují vlhkost z celého objemu dříví, a nikoliv jen z povrchové vrstvy.

V literatuře se uvádí jako způsob ochrany dříví před popraskáním loupání kůry na stojících stromech nebo jejich kroužkování, při kterém je ze stromů odstraňována kůra a lýko v šířce 5-10 cm. Stojící oloupané nebo kroužkované stromy vysychají pomalu a jejich dříví nepraská. Použití tohoto způsobu je v současnosti nereálné, ale nechtěnou obdobou jsou souše, u kterých ani při dlouhodobém skladování tvorba výsušných trhlin nehrozí.

Hlavním způsobem ochrany čerstvého dříví před rozpraskáním (i před poškozením hmyzem a napadením houbami) je **vlhká ochrana dříví**, jejímž cílem je uchování nebo zvýšení vlhkosti skladovaného dříví. Známé je více způsobů, ale prakticky použitelné jsou jen některé z nich, a některé jsou vhodné jako malovýrobní, a jiné jako velkovýrobní

- **husté vyrovnání do hráně** pro omezení výparu hustým uložením dříví a omezením proudění vzduchu mezi jednotlivými výřezy
- **ponechání kůry**, kdy je cílem snížit výpar ponecháním izolační vrstvy kůry
- **zakrytí cennějšího sortimentu méně ceněným sortimentem**, např. pokrytí skládky kulatiny tenkými surovými kmeny
- **ochrana zavlažovanými pilinami**, kdy se výřezy kulatiny uloží do řad, a mezery mezi nimi se vyplní pilinami, které se během skladování periodicky zvlhčují
- **mokrý ochrana dříví** je dalším způsobem ochrany čerstvého dříví před rozpraskáním, poškozením hmyzem a infekcí hub. Má dvě varianty:
  - **mokrý ochrana klasická**, při které je skladované dříví zcela ponořené ve vodě. Proto musí být zatížené, nebo se musí udržovat v rotačním pohybu kolem podélné osy. V našich podmínkách, kdy nejsou k dispozici velké vodní nádrže přírodní nebo umělé, použitelné pro daný účel, se jedná o způsob použitelný v umělých nádržích u zpracovatele dříví mimo jiné i proto, že dříví vytažené z nádrže musí být zpracováno do 3 dnů, jinak hrozí jeho znehodnocení.
  - **mokrý ochrana postřikováním dříví vodou**, spočívá na principu trvalého udržování vysoké vlhkosti dřeva pomocí umělého postřikování. Voda zaplní póry ve dřevě a brání přístupu vzduchu. Tím jsou potlačovány dřevokazné houby i hmyzí škůdci. Je prováděna od jara do podzimu, je-li však v zimě takové počasí, že je nebezpečí infekce hub, je nutné postřikovat také. Na jaře se postřik začíná při nástupu teplot nad +5 °C, a při počátečním postřiku se důkladně provlhčí celá hráň. Poté se postřikuje s

přestávkami, které nemají být u jehličnatého dříví delší než 4 hodiny. Každý postřik trvá nejméně 10 minut, při spotřebě vody 6-8 l na 1m<sup>2</sup> horního povrchu hráně dříví. Základní zásadou je, aby nedošlo k oschnutí dříví! V takovém případě musí být dříví neprodleně zpracováno. Doporučená výška hrání je 3 m. Tato varianta umožňuje technologicky i ekonomicky přijatelnou formou uskladňovat velké množství dříví po několik let, aniž by došlo k jeho znehodnocení. Metoda je uznávána dřevozpracujícím průmyslem.

Rozměr skládky, na kterou lze vykalkulovaný objem příslušného sortimentu uložit, se vypočte ze vztahu

$$\check{s} = \frac{V}{l \times v \times k}$$

kde:

$\check{s}$  - potřebná šířka skládky (m)

$V$  - maximální objem dříví, které má být na skládce jednorázově uloženo (m<sup>3</sup> b. k.)

$l$  - délka nejdelšího výřezu, s kterou se uvažuje (m)

$v$  - průměrná výška hromady (m)

$k$  - koeficient zaplnitelnosti, vyjadřující, jaký podíl z prostoru skládky je zaplněn uloženým dřívím (pro surové kmeny smrk se používá 0,3; pro kulatinu 0,4).

Z důvodů manipulace s uloženým dřívím se nedoporučuje jeho ukládání přímo na zem. Plochu skladu je nutné zpevnit, drenážovat a odkanalizovat přes čističku odpadních vod, protože při postřiku dříví v kůře dochází k vyplavování tříslovin, organických látek a fenolů. Proto se ve Skandinávii trvá na recyklaci vody po postřiku, která má nízkou hodnotu pH, nepříjemný zápach a tmavou barvu. Po několika měsících skladování dříví pod postřikem se povrch dříví pokrývá tmavou slizkou vrstvou a na čelech se objevují světlejší plísně (později tmavnoucí), a místy se objevují zelené řasy. Kůra výřezů začíná opadávat a nepříjemně páchnout. Svrchní vrstva dřeva se do hloubky 1 až 2 mm zbarvuje oranžově. Mechanické vlastnosti dřeva se uložením pod postřikem mění nevýznamně, dřevo je homogenizováno a jeho pořez je snazší a opotřebování rezných nástrojů nižší.

- **uložení do země**, které je obdobou krechtování v zemědělství. Dříví se při něm ukládá do jam a zasypává se zeminou se současným pěstováním a kropením.
- **zmrazení**, kdy mimo zachování vlhkosti dřeva působí ještě ochlazování. V zimě se vytvoří sněhový základ, který se za mrazu polévá vodou. Na něj se uloží vrstva kulatiny, která se rovněž za mrazu polévá vodou. Po uložení poslední vrstvy hromady se tato zakryje sněhem, který se rovněž za mrazu prolíje vodou. Na zamrzlém povrchu se pak vytvoří izolační vrstva z klestu, aby se tání hromady sněhu zpomalilo.
- **uložení pod neprodyšnou fólií** je moderní metodou, vyvinutou v SRN po orkánu Lothar. Je a patentově chráněna. Princip metody je založen na faktu, že dřevo je po smýcení odumírající organickou hmotou, v jejíchž buňkách probíhá proces kvašení. Při něm se uvolňuje CO<sub>2</sub>, jehož podíl v atmosféře pod fólií narůstá, současně s poklesem podílu O<sub>2</sub>. Následný nedostatek kyslíku pak nedovoluje rozvoj hub, a CO<sub>2</sub> působí jako konzervant ničící i případné hmyzí škůdce. Vysoušení dřeva je zpomaleno a dřevo je tak chráněno i proti vzniku výsušných trhlin. Max. doba skladování jsou 4 roky. Zabarvení dřeva skladováním není na závadu pro jeho zpracování. Výběr místa pro skladování je libovolný u odvozní cesty a na podvaly. Obvyklá velikost skládky je na jeden náklad odvozní soupravy.

Dřevokaznými houbami je nejvíce ohrožováno dřevo kmenů ležících na zemi na lokalitě P, kdy je spodní část kmene ve styku s půdní vlhkostí, a proto je nejčastěji houbami napadána. Obdobná situace nastává i při neodborném uložení dříví na odvozním místě v hromadách bez podvalů, nebo při použití podvalů nedostatečné tloušťky. Houby začínají růst při teplotě +5 °C, optima růstu dosahují při 20-28 °C a jejich růst ustává při 27-38 °C. Rostou tedy nejlépe v létě, kdežto v zimě a za vysokých teplot se jejich růst zastavuje, aniž mycelium odumře. Pro růst hub je potřebná vhodná vlhkost dřeva a přístup vzduchu. Buňky čerstvě pokáceného dřeva jsou vyplněny vodou, takže houby nemají dostatek



vzduchu ke svému vývoji. Mimo to i odolnost živých buněk brzdí jejich růst a vývoj. Jakmile se začne voda vypařovat a dřevo odumírat, vniká do dřeva vzduch umožňující růst hub. Na druhé straně potřebuje houba ke svému růstu vlhkost. Proto se na suchém dříví houbám nedaří a na vysychajícím hynou. Dolní mez vlhkosti, při které se ještě mohou vyvíjet, je 20-24 %. Při vysychání dříví na vzduchu uloženého trvá vyschnutí na tuto hodnotu 3-9 měsíců.

Dřevo suché a dřevo vodou nasycené nemohou houby napadnout, a houby usazující se na povrchu dřeva potřebují téměř 100 % relativní vlhkost vzduchu. Těchto skutečností se využívá při mokré i **suché ochraně dříví**. Při ní se dříví ukládá tak, aby jeho relativní vlhkost co nejrychleji klesla pod 30 % relativní vlhkosti a pod touto hodnotou se udržovala (odkorněné dříví řídce uložené na podvalech na skládkách na suchých, osluněných místech s průvanem).

Většina barevných změn, ke kterým ve dřevě dochází, má svůj původ v působení hub. Doba jejich výskytu souvisí s teplotou vzduchu. *Ophiostoma*, působící **modráni borovice** se spokojuje s poměrně nízkou teplotou, a proto se objevuje na jaře (duben, květen), kdy teplota vzduchu zřídka překračuje 20 °C. Rychlost postupu zbarvení u modráni borovice je za příznivých podmínek 10-15 mm radiálně a až 50 mm podélně za týden. Rozvinutí zbarvení trvá určitou dobu, proto je možné těžit borovou kulatinu i v létě, ale za podmínky, že od těžby do pořezu neuplyne více než 3 týdny. Houby působící černání smrkové kulatiny, *Lenzites*, potřebují teplotu vyšší (až 29 °C), proto se zbarvení dřeva jimi způsobené objevuje v létě (červenec, srpen). Zbarvení je však jen prvním stadiem změn, ke kterým působením dřevokazných hub ve dřevě dochází.

Při skladování dříví může dojít k jeho poškození houbami dvojitým způsobem: buď se urychlí vývoj hub, kterými již bylo napadeno dřevo stojícího stromu, nebo chybným skladováním dojde k napadení uloženého dříví. Obecně existují následující možnosti ochrany dříví před infekcí houbami:

- těžit v zimním období, kdy je možnost houbové infekce minimální, a pokud nastane, pak je růst hub nejpomalejší
- vlhkost skladovaného dříví snížit co nejrychleji pod 30 % (suchá ochrana dříví),
- skladovat dříví za podmínek, kdy jeho vlhkost neklesne pod 80 % (vlhká a mokrá ochrana dříví),
- dříví povrchově ošetřit antiseptickými látkami.

Nejjednodušším a nejčastěji používaným opatřením pro snížení škod způsobovaných houbami na skladovaném dříví je snížení vlhkosti skladovaného dříví. Na druhé straně to však přináší riziko mechanického poškození skladovaného dříví vysušnými trhlinami.

Hmyz poškozuje dříví vyvrtáváním chodbiček, čímž způsobuje jeho mělké či hluboké mechanické poškození, a tyto chodbičky slouží i jako brána houbových infekcí. Ochrana před podkorním hmyzem má význam jen z hlediska ochrany lesů, protože vlastní poškození dřeva nezpůsobuje, resp. jen povrchové. Největším nebezpečím pro skladované dříví je **dřevokaz čárkovaný** (*Xyloterus/Trypodendron lineatus*), napadající čerstvě vytěžené dříví, a způsobující chodbičkami vyhlodanými ve dřevě do hloubky od několika milimetrů do několika centimetrů poškození, z obchodního hlediska hluboká. Sytě černé zbarvení požerku, způsobené ambrosiovými houbami, ale omezuje i prodejnost vlákninového dříví, neboť jeho barva přechází až do finálního produktu – papíru, jako černé tečky, odolávající bělení celulózy. Nejlepší ochranou dříví proti napadení dřevokazem je jeho včasný odvoz z lesa, tzn., že v období března až květen (v horách i červen) by nemělo být na skládkách v lese dříví! V lesnické praxi se traduje, že dřevokaz napadá jen neodkorněné dříví, a že je tedy možné považovat odkorňování za účinný prostředek ochrany. Podstata odkornění, jako ochranného opatření je v tom, že dřevokaz napadá dříví s relativní vlhkostí nad 50 % - tedy čerstvé a vlhké. Po odkornění klesá vlhkost dříví pod tuto mez rychle, čímž se stává pro dřevokaze neatraktivní. Po napadení dříví, je možná chemická asanace, ale jen do 1 týdne od náletu. Později je neúčinná, neboť samičky jsou již pod povrchem dříví, kam postřik nepronikne.

Vzhledem k tomu, že nikdy nelze zcela vyloučit nepředvídanou nerovnoměrnost mezi výrobou dříví a jeho prodejem, mělo by být dříví dočasně skladováno tak, aby k jeho znehodnocení nedošlo. **Uložení dříví na OM** je proto možné **považovat za vizitku odbornosti** lesního hospodáře. Vždy by mělo být uloženo na suchých, únosných plochách, na přiměřeně tlustých podvalech a nemělo by být navaleno ke stojícím živým stromům.

## 21. PRECIZNÍ LESNICTVÍ

### 21.1. Formulace precizního lesnictví

Z historického hlediska se lesnický sektor nechal inspirovat zemědělstvím, které definovalo termín precizní zemědělství již v polovině 20. století. K rozmachu došlo na konci téhož století s prudkým rozvojem geoinformačních technologií. Precizní zemědělství se řídí zásadou „*provést pěstební zásah v pravý čas na správném místě a se správnou intenzitou*“.

I precizní lesnictví lze definovat obdobným způsobem, tedy: „*precizní lesnictví je princip hospodaření, kdy je zásah proveden v pravý čas, na pravém místě, s odpovídající intenzitou, s minimálními negativními dopady na životní prostředí a současně s maximální efektivitou výroby. Tento zásah je plánován na základě hlubokého interdisciplinárního poznání a multikriteriální analýzy situace.*“

Tento princip hospodaření je výrazně **spojen s používáním nových technologií, především GPS a GIS**, také DPZ (dálkový průzkum země) a senzorem, podpořených multikriteriální analýzou. Precizní lesnictví díky detailním znalostem rozdílných stanovištních podmínek je schopno přistupovat k zásahům naprosto individuálně. Tím může dojít k výraznému snížení vstupů a současně i nákladů. Dále lze očekávat výrazně šetrnější postup vůči životnímu prostředí.

**Základní principy precizního hospodaření přitom nejsou nové**, heterogenitu, v rámci životního prostředí, si uvědomuje lesnická odborná i laická veřejnost už řadu století. Teprve díky zvýšení úrovně mechanizace, pokroku ve vývoji měřicích zařízení, technologií a tlaku na intenzivní produkci se zvýšil i význam a podíl studií zabývajících se multikriteriální analýzou a optimalizací technologického řetězce. Mezi základní nástroje iniciující tento trend patří GNSS (globální navigační satelitní systémy), geografické informační systémy (GIS), senzorová technika a aplikační ovládací prvky. Nejpoužívanějším navigačním systémem (a také jediným plně funkčním) je americký systém GPS. Kromě něj buduje také své systémy Evropská unie (Galileo), Rusko (Glonass) anebo Čína (Compass/Beidou). Princip určení polohy je u všech podobný – na základě doby putování signálu vysílaného z družic je určena přibližná vzdálenost od koncového přijímače. Určení vzdálenosti minimálně od čtyř družic pak umožňuje stanovit polohu přijímače v prostoru; tato služba je poskytována bezplatně. Globální polohový systém slouží k určení polohy a přesného času na zemském povrchu i nad ním pomocí soustavy družic umístěných na oběžné dráze Země. Systém GPS byl původně vyvinut pro potřeby armády USA. V současné době je stále provozovaný Ministerstvem obrany USA, ale zároveň je široce používán i v civilním sektoru, kde ovlivnil mnoho různých oblastí lidských činností a vědních oborů.

Pro většinu GPS zařízení je **přesnost určení polohy** přibližně stanovena výrobcem a může se pohybovat od desítek metrů do několika milimetrů v závislosti na použitém zařízení, způsobu měření, zpracování výsledků měření, na aktuálním stavu atmosféry a aktuální politice ministerstva obrany USA. Výrobcem udávaná přesnost je ve většině případů vztažena k optimálním observačním podmínkám, které bohužel není možno zaručit všude tam, kde lze systém GPS použít. Nepříznivé podmínky pro měření s GPS bezpochyby vytváří i lesní prostředí, kde převážně koruny a kmeny stromů vytvářejí překážku pro samotný příjem signálu a zároveň mohou způsobovat tzv. vícecestné šíření signálu (tzv. multipath effect), které zvyšuje chybu v určení polohy.

Mezi hlavní příčiny nepřesností v určení polohy patří také špatná geometrie družic daná zastíněním příjmu signálu okolním terénem či zmiňovanými překážkami. Především zastínění příjmu signálu z družic vlivem členitého reliéfu, např. v hlubokých údolích, může být mnohdy limitujícím faktorem využití GPS přístrojů. Přestože je předběžně možné odhadnout konfiguraci reliéfu v budoucím místě měření pomocí dostupných mapových podkladů z výškopisu, mnohdy není tento odhad příliš přesný buď vlivem generalizace mapy, neznalostí vegetace v místě měření či vlivem celkově členitého reliéfu.

Při **modelování zpřístupnění lesů** se historicky uplatňovaly dva přístupy. **První přístup** je založen na řešeních pro modelové podmínky, které jsou všeobecně platné pro všechny situace, tedy jsou založené na deduktivních nebo tzv. teoretických modelech. Postupy se snaží vytvořit model všeobecné

platnosti, který je nezávislý na pozorovaných reálných podmínkách jakéhokoliv území. Hledají všeobecně platné vztahy mezi určeným parametrem systému (hustota cest, rozestup cest) a proměnnými (kritérii), které ovlivňují tento parametr (operační náklady, náklady na výstavbu cest, atd.). Modely jsou charakteristické zjednodušováním reálných podmínek a platí jen pro zjednodušené předpoklady (např. rovný terén).

**Druhý přístup** prezentuje řešení, která vycházejí z reálných podmínek. Závěry jsou uváděny pro skutečné podmínky definované vlastnostmi terénu. Rozvoj hardwarových a softwarových prostředků, zdokonalování prostředků pro řízení báze dat, komerčních geografických informačních systémů a zavedení digitálních modelů terénu (DMT) usnadnilo modelování reálných podmínek a tato řešení převládla.

Například, základním podkladem pro optimalizaci procesu přibližování dříví v členitém terénu vzhledem k terénní dostupnosti těžební techniky jsou podrobné údaje o reliéfu území. V prostředí geoinformačních systémů je reliéf nejčastěji reprezentován v podobě DMT, vzniklých pomocí interpolačních metod z různých datových zdrojů. DMT představují interpretaci skutečného terénu určitého území v digitální podobě v různých datových reprezentacích a jsou zdrojem základních přesných numerických (morfometrických) dat o území a vhodným nástrojem k jeho názornému představení. Digitální podstata dat DMT (zejména v rastrové podobě) pak umožňuje nad deriváty DMT provádět další rozmanité statistické analýzy.

**Přesnost digitálních modelů terénu** je pro území ČR dána přesností použitého výškopisného podkladu. V současnosti nejvíce rozšířeným a nejvíce používaným zdrojem dat jsou vrstevnice Základní báze geografických dat (ZABAGED), vzniklé z jediného původního zdroje, tj. z vojenského topografického mapování ČSSR prováděného v letech 1952 až 1957 pro vojenskou topografickou mapu v měřítku 1:25000 a následně pro topografickou mapu v měřítku 1:10000 vytvářenou společně civilní i vojenskou zeměměřickou službou ČSSR v letech 1957 až 1971. Při tvorbě výškopisu bylo maximálně využíváno fotogrammetrických podkladů. Střední výšková chyba těchto dat dosahuje v odkrytém terénu 0,7 – 1,5 m, v intravilánech 1 – 2 m a v zalesněných územích pak 2 – 5 m.

Zcela nové možnosti především s ohledem na kvalitu a přesnost zdrojových dat poskytne rychle se rozvíjející letecké **laserové skenování** (LIDAR). Metoda leteckého laserového skenování je založena na určování geocentrických souřadnic bodů na zemském povrchu metodou prostorového rajonu, kdy počátek rajonu je dán polohou „ohniska“ leteckého laserového skeneru, určenou zpravidla pomocí diferenciální GPS v souřadnicovém referenčním systému WGS-84. Směr laserového paprsku je dán součtem úhlů natočení souřadnicové soustavy skeneru (vzhledem ke geocentrické souřadnicové soustavě WGS-84) a úhlu, pod kterým je laserový paprsek odchýlen od „svislice“ při vyslání ze skeneru. Úhly natočení skeneru vzhledem ke geocentrické souřadnicové soustavě systému WGS-84 jsou měřeny za letu pomocí velmi přesného inerciálního navigačního systému. Vzdálenost pozemního bodu od „ohniska“ skeneru je vypočítána z času uplynulého mezi vysláním a přijetím odraženého laserového paprsku.

Metoda laserového skenování umožňuje rychlé a zároveň přesné pořízení velkého objemu dat v krátkém časovém intervalu. Další výhodou je poměrně vysoký stupeň automatizace zpracování při vytváření digitálních modelů území. Oproti klasické stereofotogrammetrii dosahuje nejen vyšší přesnosti, ale také vyšší podrobnosti díky velké hustotě nasnímaných bodů s dostatečnou přesností i při získávání polohových a výškových informací o objektech relativně malých rozměrů.

**Senzorová a měřicí technika** umožňuje efektivní stanovení variability lokality, jejíž zjištění je impulzem pro uplatnění metod precizního lesnictví. Senzory nahrazují nebo vhodně doplňují tradiční metody zjišťování půdních vlastností a hodnocení porostů a snižují tak jejich nákladnost, operativnost a náročnost.

Mezi nejpoužívanější patří senzory pro hodnocení a mapování půdních vlastností (zhutnění půdy, vlhkosti půdy), upřesnění charakteristiky okolních porostů a přesné zjištění objemu výroby. Všechna data zjištěná senzory jsou doplněna o informaci o poloze. Mnoho takto zjištěných informací je postoupeno k analýze mimo stroj samotný formou telemetrie. Telemetrie je vlastně výměna informací datového charakteru mezi dvěma a více terminály. Tam, kde jsou potřeba on-line informace či kde je

potřeba náročnější analýza jsou data (nejčastěji s využitím GPRS) odeslána do řídicího počítače s výrazně vyšším výkonem, kde jsou zpracována a výstupy jsou potom zaslány zpět do počítače nižší úrovně.

## 21.2. Příklady aplikace principů precizního lesnictví

### 21.2.1. Virtuální les

Prvotní informací jsou data z družicového snímkování či z laserového skenování. Tam, kde jsou data pro základní model porostu nedostačující, je nasazen bezpilotní vrtulník nesoucí skenovací zařízení. Z takto získaných dat je vytvořena virtuální podoba porostu. Na základě spektrální analýzy lze s vysokou přesností určit i druh jednotlivých stromů tam, kde je tento systém implementován. Model porostu obsahuje data o terénních i porostních podmínkách. Všechny zásahy, které mají být uskutečněny, jsou analyzovány s ohledem na nejefektivnější a nejšetrnější způsob provedení. Základní měření lze doplnit o analýzy půdy z hlediska vlhkosti a únosnosti. Ve chvíli, kdy jsou prováděny jakékoliv aktivity v takto definovaných porostech, jsou stroje vybaveny celou škálou senzorů, které nezávisle na činnosti stroje monitorují své okolí, získávají přesnější data o výčetní tloušťce a výšce jedinců a tyto s využitím telemetrie aktualizují v řídicím počítači. Pro budoucí zásahy, ať pěstební či těžební, je potom vysoký předpoklad přesného a vhodného plánování.

### 21.2.2. Volba vhodného zpřístupnění porostního nitra

Na základě zjištění stavu prostoru, terénních i pedologických podmínek, jsou uplatňovány postupy vedoucí k minimalizaci negativních dopadů na životní prostředí při plánování zpřístupnění porostu. Do analytického procesu vstupují informace o únosnosti půdy ve vztahu k vlhkosti. Pro zpracování porostu je vesměs vždy možno navrhnout celou škálu technologií. Proto jsou na základě charakteristik těchto technologií provedeny analýzy identifikující plochy a lokality s potenciálně vysokým rizikem poškození. Výsledkem je volba nejšetrnější a současně ekonomicky vyhovující technologie. Pro tuto technologii jsou pak zpracovány mapové podklady týkající se únosnosti půdy a návrhu zpřístupnění. V termínu zásahu mohou být stroje vybaveny senzory měření vlhkosti půdy a v případě, že při vyšší vlhkosti hrozí riziko poškození, informuje systém operátora, nabízí mu případné alternativy nebo doporučuje práci ukončit.

### 21.2.3. Volba vhodné technologie soustředování dříví

Jednou z nejrizikovějších činností z hlediska negativního dopadu na půdu je soustředování dříví. Řešení problému vyžaduje užití některé z metod multikriteriální optimalizace, zahrnující nejen hlediska ekonomická a technická, jako tomu bylo převážně doposud, ale i hlediska biologická, environmentální, ergonomická, hygienická, spolehlivostní, atd. a rovněž požadavky na bezpečnost práce. Volba kritérií a jejich rozdělení do skupin podle kategorií záleží na požadavku kvality výstupu optimalizačního procesu a může být následující:

#### *Nákladová kritéria*

- pořizovací náklady
- provozní náklady
- opravy a údržby
- osobní náklady
- služby
- odpisy.

#### *Výkonnostní kritéria*

- výkonnost (technické jednotky/čas)
- spolehlivost stroje
- účinnost
- časová využitelnost
- zkušenost obsluhy
- kvalifikace obsluhy

- přírodní podmínky.

### ***Spolehlivostní kritéria***

- životnost
- poruchovost
- udržovatelnost
- opravitelnost
- pohotovost.

### ***Technologická kritéria - vhodnost***

- hmotnost stroje
- terénní dostupnost stroje
- měrný tlak ve stopě
- rozměry stroje
- manévrovatelnost
- ovladatelnost
- funkčnost
- funkční přesnost

### ***Environmentální kritéria***

- mechanické poškození stromů
- mechanické poškození půdního krytu
- zhutnění půdy
- riziko kontaminace přírodního prostředí ropnými produkty
- emise plynů
- hlučnost.

### ***Hygiena práce***

- ergonomičnost pracoviště
- hlučnost
- výskyt škodlivin v pracovním prostředí
- vibrace.

### ***Bezpečnost a ochrana zdraví při práci***

- splnění všech bezpečnostních zákonných podmínek
- školení bezpečnosti práce
- riziko vzniku těžké újmy na zdraví
- riziko vzniku lehké újmy na zdraví
- stabilita stroje.

### ***Ostatní***

- estetika
- barva
- design.

Při jakékoli optimalizaci daného charakteru musíme **nejprve rozhodnout o použitých kritériích optimalizace**, jejichž jednotlivé parametry bude nutno kvantifikovat. Dále je nutné rozhodnout o metodě zahrnutí kvalitativních ukazatelů, které kvantifikovat nelze, ale lze je vyjádřit jiným způsobem, například slovně. **Nejdůležitějším krokem** je však volba hlavního optimalizačního kritéria. Tímto kritériem by mohla být minimalizace nákladů na jednotku výroby, přičemž vzhledem k druhu činnosti, lze současně využít požadavek na maximalizaci výnosu, jehož lze dosáhnout vhodným druhováním dříví. Mají-li však být zahrnuta také ostatní shora zmíněná kritéria, u nichž mnohdy nelze parametry přesně kvantifikovat a tedy přímo vyjádřit nákladech či ztrátách, lze doporučit **použití tzv. integrálního ukazatele jakosti**, který v podstatě rovněž uvádí, která technologie je pro uživatele nejvýhodnější.

To lze uvést s plnou odpovědností i tehdy, kdy neumíme přesně ocenit zejména budoucí výnosy a ztráty ovlivněné např. způsobem provedení výchovného zásahu, kdy porovnáváme několik variant nebo alternativ technologického řešení.

Nebudeme-li schopni kvantifikovat např. ztráty na budoucí produkci vlivem zhutnění půdy, ztráty na kvalitě dříví způsobené hnilobou napadající stromy mechanicky poškozené při kácení nebo vyklizování, apod., můžeme vždy využít limitujících podmínek stanovených jako nepřekročitelné meze. Tyto **mezí podmínky** se nebudou týkat pouze negativního působení strojů na prostředí, ale i hygieny a bezpečnosti práce. Výsledek je však vždy ovlivněn jednak počtem expertů, profilací expertů do zájmových skupin a jednak jejich subjektivním názorem. Pokud vznikne obava, že výroky jednotlivých expertů se vzájemně liší natolik, že rozdíl mezi soudy nejsou jen náhodné, lze objektivitu výsledků posoudit pomocí testu shody výroků.

K bližšímu vysvětlení pojmu „**integrální ukazatel jakosti**“. Jakost (optimální jakost) je komplexně chápaná schopnost výrobku (stroje, zařízení, technologie) plnit požadavky uživatele a veřejného zájmu za optimálních ekonomických podmínek. Jakost jako celek je tedy výrazem její ekonomické a technické stránky. Chápeme-li tedy jakost jako souhrn vlastností hodnoceného objektu, tedy souhrn parametrů podle hodnocených kritérií, musíme k jejímu poznání přistupovat systémově. Zvyšování úrovně podle jakéhokoli kritéria zvyšuje jakost výrobku jako celku a z čistě technického hlediska můžeme výrobek zlepšovat až po samu hranici úrovně současného poznání v odpovídajícím vědním oboru. Z ekonomického hlediska má však toto zlepšování hranice. Je zřejmé, že překračování optimální hranice technické stránky jakosti je neúčelné a že zlepšování jen jediné vlastnosti může vyvolat neúměrný růst výrobních nákladů a tím zákonitě pořizovací ceny výrobku. Na tom je založena myšlenka „optimální jakosti“, při níž se hodnotí úroveň technické stránky jakosti ve vztahu k výrobním a provozním nákladům, a tak je také definován „integrální ukazatel jakosti“. Shrňme-li tyto poznatky, pak nutně dojdeme k závěru, že základem hodnocení jakosti se musí stát posuzování úrovně komplexních ukazatelů, ve kterých se změny kterékoli vlastnosti projeví. Izolovaně hodnocená, jakkoli jinak důležitá dílčí vlastnost, nevyjádří jakost celku. Takový přístup je neobjektivní, protože není systémový.

### 21.3. Principy přesného lesnictví v současné provozní praxi českého lesního hospodářství

Charakteristiku přesného lesnictví můžeme jinými slovy, než jak bylo řečeno v kap. 21.1., formulovat i jako plánování a přizpůsobení činnosti na základě detailních informací o podmínkách lokality, za účelem zvýšení kvality dřeva, snížení škodlivých vlivů a zvýšení ziskovosti z lesní půdy, při trvale udržitelném hospodaření v lese. V provozní praxi LH lze tyto principy v současné době zřejmě nejvíce využít v oblasti tzv. plně mechanizované (neboli harvesterové) těžby dříví, realizované pomocí harvesterových uzlů (kombinace harvestoru a forwarderu). Tyto tzv. harvesterové technologie lesní těžby dosáhly takové technické a organizační úrovně, že umožňují

- využít plánování těžebních zásahů s přímým využitím (digitálních) mapových podkladů
- realizace těžebních zásahů s přímým využitím (digitálních) mapových podkladů
- realizaci pěstebních opatření se zaměřením se na lokalitu a strom
- optimalizovat druhotání dříví, přizpůsobovat řídicí software konkrétnímu porostu, ukládat a zpracovávat data, předávat data on-line, využívat data pro svou činnost (forwarder může využít data získaná harvesterem pro svou činnost, tj. např. vyhledávání sortimentů v prostoru, aj.)
- hardwarové a softwarové systémy umožňují uživateli prohlížet podrobnosti o stroji nebo získávat ze stroje údaje o jeho pohybu či je do něj zasílat. Podrobné údaje jsou k dispozici např. o tom, jak byl stroj používán v daném měsíci, jaká byla jeho celková a průměrná spotřeba paliva, či spotřeba paliva v přepočtu na 1 m<sup>3</sup>, atd.
- uskutečnit vysoce vyvinuté technologie a metody těžby, šetrné k prostředí a bezpečné pro člověka, s přesnou evidencí druhotání a transportu dendromasy, atd.

Harvesterové technologie lesní těžby pracují na úrovni jednotlivých stromů:

- při těžbě stromů operátor uchopí kmen harvesterovou hlavicí a zadá druh kácené dřeviny, popř. její kvalitu



- na základě prvního změřeného průměru kmene a kmenové křivky uložené v počítači harvestoru předpovídá měřicí systém optimální skladbu sortimentů pro výrobu dle zadané cenové matice
- optimální skladba sortimentů pro výrobu se může během zpracování kmene měnit, podle toho, jak měřicí systém kontinuálně porovnává měřené a očekávané průměry kmene dle kmenové křivky
- zároveň s každým dalším zpracovaným stromem je průběh kmenové křivky pro daný těžený porost průběžně upravován.



Obr. 21.1. Monitorovací systém harvestoru  
(John Deere)



Obr. 21.2. Proces komunikace harvestorového uzlu  
(John Deere)

Harvestor i forwarder jsou vybaveny soustavou čidel (snímačů, senzorů) a záznamových uzlů, které snímají a registrují velikostní parametry zpracovávaného dříví, objem a strukturu polohu stroje, stav jednotlivých komponent stroje, spotřebu PHM, čas práce, atd. Potřebná data může online předávat prostřednictvím Internetu či mobilního telefonu např. do ústředí firmy, kde dojde k jejich dalšímu zpracování – viz Obr. 21.1. Obdobným způsobem může tato data využívat, popř. získávat další i forwarder. Jsou přitom využívány principy a komponenty z oblasti **telematiky**, je technologický obor zabývající se kombinací přenosu a zpracováním dat se zobrazovacími a jinými sdělovacími systémy a prostředky. Slovo vzniklo kombinací slov telekomunikace a informatika.

Systém hardwaru telematiky se skládá z jednotky zpracování a komunikační jednotky:

1. Ovladač modulární telematické brány (MTG)
2. Satelitní modul (volitelný)
3. Satelitní anténa (volitelná)
4. Nízkoprofilová anténa MTG
5. GPS anténa

V současnosti je systém GSM primárním způsobem komunikace. Pro záložní komunikační metodu lze systém vybavit volitelným satelitním modulem. Tato jednotka zajišťuje satelitní přenos dat pro práci ve vzdálených lokalitách po delší dobu.

Kromě již uvedeného systémy telematiky poskytují možnost provádět počáteční diagnostiku, kontrolovat diagnostické chybové kódy nebo přeprogramovat sběrnice a ovladače stroje, který je vzdálen mnoho kilometrů od centrály v terénu. Dálková diagnostika pomáhá při přípravě na servisní zásah u majitele stroje a snižuje náklady a čas potřebné pro odstranění problému.

Protože jsou veškeré funkce sledovány průběžně, může provozovatel rychle reagovat na jakékoli změny ve výkonnosti strojů a udržovat tak maximální produktivitu a ekonomiku provozu ve všech oblastech činnosti stroje. Systémy umožňují měřit a registrovat spotřebu paliva na každou operaci samostatně – lze pak identifikovat problematické operace, které daný operátor zvládá např. hůře než jiné.

Změna v grafech trendů produktivity nebo spotřeby paliva je prvním příznakem problémů s technickým stavem stroje. Vysoká výkonnost stroje předpokládá optimální nastavení jeho jednotlivých komponent v závislosti na okolních podmínkách. Pomocí telematických a řídicích programů lze nalézt optimální hodnoty pro takové nastavení. Toto lze uvést na příkladu: *Dojde-li ke vhodnému nastavení parametrů harvesterové hlavice, lze zkrátit čas pro posuv a řezání např. o 0,9 sekundy / kmen. Hodinová produktivita tím vzroste při mýtní těžbě o 1,0 m<sup>3</sup>. Spotřeba paliva poklesne o 0,1 l/m<sup>3</sup>. Toto množství odpovídá roční úspoře až 7.000 litrů paliva.*

Předpoklady a očekávání pro uplatnění všech zásad a očekávání precizního lesnictví nejsou dosavadními možnostmi, jimiž disponují těžebně-dopravní stroje (tj. harvestory a forwardery) naplněny. Proto lze očekávat další pokrok vycházející z vědeckovýzkumných aktivit producentů např. na úsecích:

### Konstrukce stroje

- nové stroje s vyšší ekonomičností a vyšším ekologickým potenciálem
- vyšší produktivity stroje a zlepšená kvalita pracovního procesu
- nová koncepce výsadby
- víceúčelové stroje
- nové pohony (hybridní pohony).

### Vztah stroj – člověk

- BOZP, ergonomie (automatizace)
- monitorování stavu stroje a okolních podmínek + diagnostika
- monitoring stavu operátora a jeho úrovně zručnosti (únavový syndrom)
- expertní systémy a sebeučení se.

### Vztah stroj – strom

- přesné měření (délka, kvalita)
- určení vnitřní kvality dřeva
- skenování celých stromů pro určení vhodného druhování
- bezeškodné zpracování výřezů a stávajícího porostu.

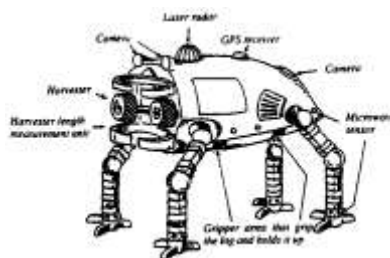
### Vztah stroj – terén

- energetická hospodárnost
- adaptace na terénní podmínky (nivelace, snižování vibrací, omezení vlivu překážek, protiprokluzové systémy...)
- minimalizace poškození půdy.

### Telekomunikační síť, bezdrátové spojení

- lokalizace a navigace
- optimalizace cestní sítě a cest
- real-time update inventarizačních dat
- skenování stojících stromů / porostů
- informační síť (help desk a ostatní servis).

Závěrem k této kapitole lze konstatovat, že vzhledem k rozvoji vědy a techniky a jejího uplatňování v provozních podmínkách není úplně vyloučeno, že v budoucnu budou lesnické mechanizační prostředky skutečně fungovat tak, jak je znázorněno na poněkud ironickém obrázku č. 21.3.



Obr. 21.3. Karikatura lesnického robota

## 22. TĚŽEBNÍ A DOPRAVNÍ TECHNOLOGIE V ROZVOJOVÝCH ZEMÍCH

### 22.1. Problematika lesnictví v zemích třetího světa

FAO předpokládá, že v roce 2050 dosáhne počet obyvatel planety 9 mld. (9,050 mld.); při snížení počtu obyvatel Evropy na 660 mil., (úroveň roku 1970); zvýšení počtu obyvatel Severní a Střední Ameriky mezi léty 1970-2050 z 307 na 670 mil. (za 80 let nárůst 2,2 krát); zvýšení počtu obyvatel Jižní Ameriky z 205 na 568 mil. (nárůst 2,8 krát); zvýšení počtu obyvatel Asie z 2,25 na 5,22 mld. (nárůst 2,32 krát); a zvýšení počtu obyvatel Afriky z 368 mil. na 1,93 mld. (nárůst 5,24 krát). Tyto údaje jsou z optimistické varianty, neboť podle pesimistické varianty už bylo 9 mld. obyvatel dosaženo (roční nárůst obyvatel se odhaduje na 125 mil.).

Nárůst počtu obyvatel, a s ním spojený růst osobní spotřeby, nezůstal bez dopadů na les. Od roku 1945 do současnosti rostl počet obyvatel o 2,7 % ročně, při úbytku lesů 0,8 %, čímž klesla průměrná výměra lesa na 1 obyvatele z 1,5 na 0,4 ha. Od počátků vzniku zemědělství se odhaduje pokles lesnatosti Země o 20-25 %, pro území nynější ČR o 60 %. Trend poklesu má i produkce kulatiny a řeziva, u kterých je sice absolutní nárůst, ale podíl na obyvatele klesá. Jen výroba a spotřeba papíru na obyvatele roste, a proto se předpokládá, že potřebu vlákninového dříví bude možné krýt jen intenzifikací lesního hospodářství, zejména plantážním způsobem pěstování dřevin s krátkým obmětím. To znamená, že střeoevropské představy o přírodně blízkém hospodaření v lesích, vyloučení introdukce a šlechtění dřevin, jsou ve světovém měřítku zřejmě nereálné.

Nynější výměra světových lesů je 4 033,1 mil. ha, při průměrném ročním úbytku 5,2 mil. ha v posledních deseti letech. (V posledních 25 letech jsou veškeré úbytky lesů jen v rozvojových zemích). Největší roční úbytek je v Jižní Americe (4 mil. ha) a Africe (3,4 mil. ha). V Asii sice roste výměra lesů o 0,6 mil. ha ročně, ale jen díky zalesňování v Číně, zvyšující lesnatost o 2,2 mil. ha ročně. S rozložením světové populace a dynamikou jejího růstu nekoresponduje rozmístění lesů, jako zdrojů dříví, a ani Evropa nevyhází nejlépe, protože po odečtení Ruské federace je podíl Evropy na světové populaci 7,3 %, ale na lesích 5 %. Přibližně 40 % světových lesů je na území rozvinutých zemí (s 20 % světové populace), zatímco 60 % světových lesů je na území rozvojových zemí (s 80 % světové populace).

Region	1990	2000	2005	2010
Ruská federace	80 039	80 270	80 479	81 523
Evropa bez Ruské federace	23 810	27 487	29 176	30 529
Evropa celkem	103 849	107 757	109 655	112 052
Severní a Střední Amerika	79 141	80 708	83 564	86 416
Jižní Amerika	191 451	184 141	181 668	177 215
Asie	51 336	52 543	53 563	53 685
Afrika	83 035	79 904	78 455	76 951
Oceánie	21 293	21 415	21 266	20 885
<b>Svět</b>	<b>530 105</b>	<b>526 469</b>	<b>528 170</b>	<b>527 203</b>

Tab. 22.1. Vývoj zásob dříví podle regionů (mil. m<sup>3</sup>)

Mimo souvislé lesy se dříví získává i ze stromů rostoucích mimo les, kterých je 1 700 mil. ha. (V současné době existuje ve světě asi 100 odlišných definic lesa. Podle FAO se za les považuje území pokryté minimálně z 10 % dřevinami o výšce 5 m a více).

	Kulatina	Řezivo	Plošné materiály	Papír a lepenky
Evropa	96 %	61 %	289 %	239 %
Severní Amerika	139 %	173 %	221 %	181 %
Austrálie a Nový Zéland	222 %	133 %	300 %	250 %
Latinská Amerika a Karibik	375 %	244 %	600 %	440 %
Asie	156 %	129 %	950 %	779 %
Afrika	200 %	217 %	300 %	350 %

Tab. 22.2. Změny spotřeby kulatiny a některých výrobků ze dřeva podle regionů (1970-2007)

Pořadí nárůstu populace za posledních 80 let je Afrika (5,24 krát), Jižní Amerika (2,8 krát), Asie (2,32 krát) a Střední Amerika (2,2 krát). Spolu se stagnací či úbytkem obyvatel v Evropě a Severní Americe to působí přesun spotřeby dříví a výrobků z něj do regionů, ve kterých nejsou dostatečné zásoby dříví

(viz tab. 22.1. a 22.2.). Požadavek na intenzifikace lesnictví v zemích třetího světa tak získává celosvětový význam.

Dříví je hlavním produktem lesního hospodářství, které se jako odvětví národní ekonomiky podílí na HDP rozvinutých států přibližně 2 %, ale v rozvojových zemích až 8 % (v ČR nedosahuje ani 1%). V absolutním objemu se od roku 1960 do roku 1990 produkce lesního hospodářství ve vyspělých zemích zdvojnásobila, ale v rozvojových zemích vzrostla pětikrát. Z tohoto vyplývá jak důležitost lesního hospodářství pro ekonomiku rozvojových zemí, tak nezbytnost regulačních opatření pro udržení trvalé produkce dříví a trvalého poskytování ostatních užitečných funkcí lesů v těchto zemích.

Těžbou dříví ztratilo téměř 30 % hlavních hydrologicky zdrojových povodí Země více než 3/4 původních lesních porostů, což se projevilo poklesem srážek (lokálně až o 30 %) a zvýšením průměrných teplot oproti paralelním regionům zalesněným.

Lesy jsou biotopem 2/3 známých druhů suchozemských organismů, a přežívá v nich největší počet ohrožených druhů. Podle mínění některých biologů probíhá nejmasovější vymírání druhů za posledních 65 milionů let, a bude-li ubývat dosavadním tempem tropických lesů ještě 25 let, sníží se celkový počet druhů v lesích Země o 4 až 8 %.

Aby nedocházelo těžbou dříví k devastaci lesních ekosystémů, usiluje FAO ve svých členských státech (od roku 1974) o přijetí a respektování základních pravidel ekologicky šetrné těžby a dopravy dříví, označovaných jako **National Code of Forest Harvesting Practice**. Materiál je jednotně strukturovaný, a v první kapitole shrnuje národní legislativu týkající se lesů. Dále obsahuje kapitolu plánování těžby a dopravy dříví, členěnou na dlouhodobé plánování (**strategic planning**) a krátkodobé plánování (**tactical planning**). V části věnované zpřístupňování lesů uvádí příklady nevhodného zpřístupňování lesů a nedostatečné údržby cest v kontrastu s doporučenými způsoby. Obdobným způsobem srovnání vhodného a nevhodného provedení je zpracována těžba dříví, soustředování dříví, nakládání dříví, transport dříví a řízení a kontrola těžby a dopravy dříví. Všechny tyto kapitoly jsou modifikovány podle toho, zda se zabývají extenzivní (exploatační) těžbou, plantážemi dřevin, nebo **arboriginal forestry**. Dlouhodobé plánování je obvykle redukováno jen na určení podílu těžby v čase, a krátkodobé plánování zahrnuje stanovení období těžby během roku (období sucha), zpřístupnění místa těžby a stanovení technologie těžby a dopravy dříví. U "toulavé" těžby zakreslení každého těženého stromu (někdy jen 1 ks na 1 ha) v prostoru a vyznačení přístupu k němu. Významný je při plánování typ lesa (jiné zásady platí v tropickém deštném lese, a jiné v suchém tropickém lese, či v plantáži na savaně). Poslední kapitola se zabývá zásadami péče o pracovníky a zvyšováním jejich kvalifikace. Mimo standardní obsah se kodexy zabývají i agrolesnictvím, ochranou povodí, turistikou a loveckou turistikou.

Hlavními problémy lesnictví a zpracování dřeva v rozvojových zemích jsou

- nedostatečné zpřístupnění lesů
- nedostatek kapitálu, resp. závislost na cizím kapitálu (komplikovaný přístup k úvěrům, vysoké úrokové sazby)
- nedostatečná produkční základna (zastaralé technické zařízení s nízkou výkonností, nekvalifikovaná pracovní síla, nedostatečná infrastruktura, nízká produktivita práce, nízká kvalita výrobků)
- nerozvinutý obchod (místní trh okrajového významu, možnosti exportu omezené nízkou kvalitou výroby)
- nerovnoměrné rozdělování přínosů z lesů (podstatnou část příjmů z lesů si přivlastňují místní elity).

## 22.2. Rozvojová spolupráce

Myšlenka rozvojové pomoci se objevila kolem roku 1930, prosadila se za 2. světové války, a na intenzitě nabyla v 60. letech, kdy většina afrických států získala nezávislost. První formou pomoci bylo odstranění cel a množstevních omezení vývozu, a dalším krokem byl příspěvek na investice z Fondu pro rozvoj zámořských zemí a území, nynější Evropský rozvojový fond (EDF). Každý z dosavadních EDF měl nějaké priority: např. rozvoj zemědělství, vzdělávání, dopravu, zastavení eroze; po roce 1995 i dobré vládnutí, zákonnost a boj s korupcí; a od roku 2003 udržitelný rozvoj. Jedním z největších poskytovatelů rozvojové pomoci na světě (z politických důvodů se dává přednost výrazu spolupráce), je Evropská unie, financující ročně projekty za min. 7 mld. €. Převažuje

dárcovství pro africké státy, pomoc Latinské Americe je výraznější až po rozšíření EU o Španělsko a Portugalsko, a pomoc asijským státům je zaměřena na nejhudší státy a státy s největším potenciálem hospodářského růstu. Přes půl století existence rozvojové pomoci přispělo k její byrokratizaci, a orgány v ní zainteresované jsou: Evropská komise, Evropský parlament, Rada EU, Evropská investiční banka, Generální ředitelství – DG, Humanitární úřad EU – ECHO.

Československo se podílelo na humanitárních akcích po celém světě, a poskytovalo pomoc politicky spřízněným státům: Kubě, Mongolsku, Vietnamu a Kambodži, a zemím přednostního zájmu: Afghánistán, Angole, Etiopii, Mosambiku, Jižnímu Jemenu a Nikaragui. Technická pomoc, komerčně poskytovaná přes PZO Polytechna, byla realizována především v Alžírsku, Tunisu, Kuvajtu a Maltě. Formou pomoci bylo i studium na československých vysokých školách, kdy bylo ročně poskytováno až 500 stipendií. Po roce 1990 nastal útlum zahraniční pomoci, čeští experti byli nahrazeni odborníky z jiných zemí, ale své aktivity zahájil nevládní sektor. Vstup ČR do Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) přinesl obnovení zahraniční pomoci, ale územně neúměrně roztráštěné; v letech 1996-2000 byly významnější projekty realizovány ve čtyřiceti zemích světa. Nyní ČR přispívá na rozvojovou pomoc prostřednictvím rozpočtu EU i příspěvkem do EDF. Jako poradní orgán zahraniční pomoci funguje v ČR Rozvojové středisko při Ústavu mezinárodních vztahů v Praze, na Ministerstvu zahraničních věcí (MZV) je Odbor rozvojové spolupráce, a garanty projektů rozvojové pomoci jsou ministerstva. Aby se neopakovalo tříštění zahraniční rozvojové pomoci, jmenuje MZV v **Koncepci zahraniční rozvojové pomoci ČR** prioritní země.

Rozvojová pomoc je od počátku provázena určitými problémy na straně dárců i příjemců. Příjemci mají tendenci jakoukoliv pomoc považovat za nedostatečnou či nesystémovou, a vnímat ji jako neokolonialismus či kolektivní kolonialismus, a proto je jejich ochota respektovat doporučení dárců nízká. V dárcovských zemích pak roste rozčarování občanů z nízké efektivnosti rozvojové pomoci, a z toho, že zadluženost příjemců pomoci neklesá. Samostatným problémem (zneužívaným příjemci pomoci) je politické soupeření dárců, dříve západ-východ, nyní soupeření jednotlivých států.

Předkládání, hodnocení i realizace projektů rozvojové pomoci financované EU, mají svá pravidla. **Standardní náplň projektových dokumentů** rozvojové pomoci EU je: 1) Stručné resumé, 2) Úvodní informace, 3) Analýza sektoru a problémové oblasti, 4) Popis projektu, 5) Předpoklady a rizika, 6) Realizační plán, 7) Ukazatele kvality pro hodnocení úspěšnosti projektu, 8) Přílohy.

Projekty, předložené v této struktuře, jsou pak posuzovány v těchto bodech: 1) Vztah budoucího uživatele k projektu, 2) Podpora projektu příjemcem pomoci, 3) Realizovatelnost technologií, 4) Sociální dimenze projektu, 5) Rovnoměrnost zapojení žen a mužů do přípravy a realizace projektu, 6) Ochrana životního prostředí, 7) Institucionální záruky příjemce, 8) Ekonomická přijatelnost projektu.

**Etapy projektového cyklu** rozvojové pomoci EU jsou

- 1) Programování (Country Strategy Paper)
- 2) Identifikace (Pre-feasibility studies)
- 3) Formulace projektu
- 4) Rozhodnutí o financování
- 5) Realizace
- 6) Hodnocení
- 7) Následné příp. navazující projekty (Follow-up projects).

### 22.3. Podíl užitkového dříví a paliva

**Dříví, vytěžené v rozvojových zemích je z 86 %** (podle některých údajů z 95 %) **využito jako palivo** bez ohledu na jeho technologickou kvalitu, protože je pro více než 40 % světové populace jediným dostupným zdrojem energie; jako užitkové dříví je využito v místě 9,4 %; a exportováno je 4,6 %. I přes tak malý podíl exportu je dříví po ropě a diamantech třetí nejvýznamnější komoditou rozvojových zemí. V Lesothu, Eritreji, Mauritanii, Tádžikistánu a Turkmenistánu se pálí veškeré vytěžené dříví, a mezi 90 až 100 % vytěženého dříví se pálí v Burundi, Čadu, Demokratické republice Kongo, Rovnické Guinei, Rwandě, Etiopii, Keňi, Madagaskaru, Réunionu, Somálsku, Ugandě, Tanzanii, Alžírsku, Egyptě, Malawi, Sierra Leone, Togu, Mongolsku, Papui–Nové Guinei, Bangladéši, Bhútánu, Indii, Nepálu, Kambodži, Laosu, Myanmaru, Dominikánské republice,

Guatemala, Hondurasu, Nikaragui, Panamě, Arménii, Jordánsku a Jemenu. Ve 39 zemích ze 192 zemí OSN (tj. v 1/5 zemí) se pálí 90 až 100 % vytěženého dříví, **celosvětově se pálí přes 53 % světové produkce dříví**, a v souvislosti s neuváženým energetickým využíváním dříví ve vyspělých zemích se předpokládá pokles podílu užitkového dříví na 25 %. Světová spotřeba palivového dříví a dřevěného uhlí roste rychleji než počet obyvatel, což v některých regionech vyvolalo krizi v zásobení palivem, která nevyhnutelně vyústí v další úbytky lesů v nejhroženějších oblastech.

Hlavní příčina odlesňování tropů nespočívá ve vývozu tropických dřev, ale v prudce rostoucí spotřebě paliva a odlesňování pro získání zemědělské půdy, vyvolané populační explozí, byť jsou příčiny ústupu lesů v jednotlivých regionech odlišné. V Africe a ve Střední a Jižní Americe se na odlesňování podílí především nárůst obyvatelstva (a s tím související pastva v lesích a vypalování lesů), ale v Malajsii a Indonésii převládá export surového dříví a nábytku, neboť tyto země ovládají přes 75 % světového exportu těchto komodit! Vypalování lesů pro získání zemědělské půdy je v místech s kritickým nedostatkem palivového dříví absurditou, vyvolanou tím, že místní obyvatelstvo nemá nástroje na vytěžení tlustších stromů, a proto je zapalí. Pastva dobytka nepoškozuje les jen přímým spásáním, ale i následnou vodní erozí sešlapaných ploch, která degradaci území dokončí.

Některé aktivity nevládních organizací ochránců přírody, motivované snahou o záchranu tropických lesů, např. bojkot tropických dřev a jejich náhrada evropskými dřevinami, certifikace, ecolabeling a tracing jsou spíše mimocelní bariérou, než efektivním nástrojem ochrany přírody.

#### 22.4. Původní lesy a plantáže


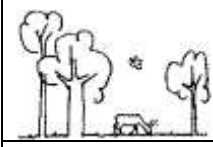

Zapojený původní les je zpravidla domorodým obyvatelstvem vnímán jako nepřístupné a nepřátelské prostředí, do kterého nevstupují. Ceněné tropické dřeviny jsou na ploše rozmístěny nepravidelně, a jejich kácení a soustřeďování je technicky obtížné. Užitkové dříví získává místní obyvatelstvo tak, že k cílovému stromu mačetami proseká „tunel“, strom břichatkou či motorovou pilou pokácí, rozřezou příčně i podélně, a polotovary – fošny a hranoly vynesou ručně a s pomocí zvířat až na místo zpracování, nebo k nejbližší komunikaci či splavnému vodnímu toku. Tento ekologicky přijatelný proces je investičně nenáročný, nevyžaduje kvalifikaci a v oblastech s vysokou nezaměstnaností je dokonce i společensky vhodný, a je natolik pracný a pomalý, že nemůže zásadním způsobem narušit homogenitu původního lesa.

Naprostojiná je situace při komerční těžbě, mající v zásadě tři varianty:

- soustřeďování dříví vrtulníky (**hellilogging**), kdy jsou leteckým a pozemním průzkumem lokalizovány ceněné jednotlivé stromy, ty jsou pozemním týmem pokáceny a vrtulníkem transportovány mimo les. Jedině při této metodě není les zpřístupněn kolonizaci, a má šanci být zachován.
- zpřístupnění každého káceného stromu linkou pro buldozer, SLKT či pásový traktor, kdy po těžbě následuje kolonizace území, využívající linky po těžebních strojích. V konečné fázi je důsledkem zánik původního lesa.
- velkoplošná holosečná exploatační těžba, při které jsou vykáceny všechny stromy, komerčně atraktivní jsou prodány a ostatní spáleny na místě. Důsledkem je okamžitý zánik původního lesa, jako předstupeň před založením plantáže.

S výjimkou organizačně a technicky náročných vrtulníkových technologií mají všechny komerční způsoby těžby dříví v původních lesích za následek jejich výraznou degradaci. Konečnou fází degradace je **coppice**, a stav, kdy místní státní administrativa ochotně souhlasí s převodem degradované půdy na plantáž lesních či technických dřevin. Protože je pěstování plantáží lesnický zvládnutý, ekonomicky lukrativní, a těžba dříví v nich je technologicky nenáročná, je postupná přeměna původních lesů na plantáže logická. Na obranu plantáží je ale třeba uvést, že zaujímají 3 % výměry světových lesů, ale poskytují více než 20 % užitkového dříví. Teoreticky by tedy mohla těžba dříví z plantáží představovat šanci pro zachování zbytků původních lesů. Obtíž je však v jejich nerovnoměrném rozmístění; 65 % všech plantáží je totiž na území jen pěti států - Číny, Ruska, USA, Indie a Japonska.



	Primární tropický les je po selektivní těžbě věkově, druhově i výškově diferencovaný, ale šance na přirozenou obnovu ceněných dřevin je omezená snížením počtu jedinců a narušením jejich věkové struktury. Les je zpřístupněn linkami pro bezproblémový vstup osob a hospodářských zvířat.
	Následuje likvidace tenčího podružného porostu těžbou palivového dříví (neobstojí nic, co lze useknout mačetou a sekerou) a pastvou. Přežívají jen světlomilné a teplomilné dřeviny snášející stínání a okus.
	Poslední fází degradace lesa je <b>coppice</b> , kdy následkem těžby motorovými pilami zmizí celé horní patro, a přežívají jen (zpravidla trnité) světlomilné a teplomilné dřeviny snášející stínání a okus.

Tab. 22.3. Fáze degradace původního lesa po jeho zpřístupnění přibližovacími linkami

V Africe jsou v plantážích a agrolesnických systémech (jako dřeviny poskytující stín) vysazovány zejména: niangon (*Heritiera - Tarrietla utilis*), african mahagony (*Khaya ivorensis*), makoré (*Tieghemella - Mimusops heckellii*), framiré (*Terminalia ivorensis*), limba, fraké, ofram (*Terminalia superba*), wawa, obeche, samba (*Triplochiton scleroxylon*), okoume, gabon (*Aucoumea klaineiana*), eucalyptus (*Eucalyptus sp.*), teak (*Tectona grandis*), cedrela (*Cedrela odorata*) a gmelina (*Gmelina arborea*), což je spolu s plánem na výsadbu dalších plantáží i odrazem poptávky po jednotlivých dřevinách na trhu tropickým dřívím. Pro plantáže a sekundární lesy se užívá certifikační systém **African Label**, podle kritérií International Tropical Timber Organization (ITTO) a Africa Timber Organization (ATO).

Botanický název dřeviny	Obchodní název dřeva	% na trhu
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	wawa, obeche, samba	15
<i>Celtis mildbraedii/zenkeri</i>	ohia, celtis, esa	12
<i>Ceiba pentandra</i>	ceiba, fromager	8
<i>Piptadeniastrum africanum</i>	dabéma, Thoma	6
<i>Terminalia superba</i>	limba, fraké, ofram	4
<i>Entadophragma spp.</i>	sapelli, sapele, edinam, utile	3
<i>Antiaris toxicaria</i>	ako, kyenkyen	3
<i>Nesogordonia papaverifera</i>	kotibé, danta	3
<i>Pycnanthus angolensis</i>	ilomba, otie	3
Ostatní dřeviny		43

rok 2000, státy Africa Timber Organization (ATO)

Tab. 22.4. Africké dřeviny s nejvyšším podílem na obchodu dřívím

	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Angola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kamerun	25	25	27	31	39	49	61	77	96	114
Středoafrická republika	2	2	2	3	3	4	5	6	7	9
Kongo (Brazzaville)	5	5	6	6	8	10	12	15	18	23
Kongo (Kinshasa, dříve Zair)	2	3	3	4	5	6	8	10	13	16
Pobřeží slonoviny	9	11	14	17	17	21	25	38	44	51
Gabon	9	8	7	8	10	12	14	18	22	27
Ghana	8	9	10	12	14	16	19	22	25	30
Rovníková Guinea	1	2	2	2	2	3	3	4	5	6
Libérie	10	5	6	7	8	9	10	12	14	16
Nigérie	57	70	86	106	131	162	201	248	284	325
Svatý Tomáš a Princův ostrov	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
Tanzanie	0,3	1	2	3	4	5	6	8	10	13
<b>Celkem ATO</b>	<b>129</b>	<b>141</b>	<b>165</b>	<b>199</b>	<b>245</b>	<b>301</b>	<b>370</b>	<b>459</b>	<b>539</b>	<b>631</b>

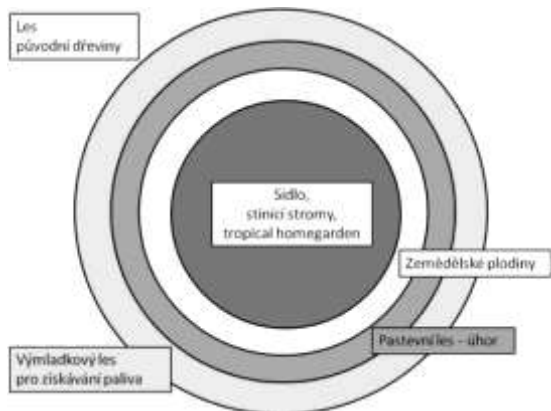
Tab. 22.5. Program výsadby plantáží v Africa Timber Organization (ATO), v tis. ha ročně

## 22.5. Agrolesnické systémy

**Agrolesnické systémy** (silvopastorální, agroforestry, agrenforestry) jsou prolínáním zemědělského a lesnického využívání krajiny. V těsné blízkosti sídla (usedlosti, finky, chýše) se jedná o **Tropical homegardens**, což je trvalé pěstování dřevin a zemědělských plodin v několika etážích. Základem je stín dávající strom (pokud možno poskytující jedlé plody, protože u něj je naděje, že jej obyvatelé uchrání před poškozením), a protože se v tropech většina denních aktivit osob odehrává mimo dům, je stínění jeho bezprostředního okolí životně důležité (pro lidi i hospodářská zvířata). Dominantní strom bývá nejčastěji doplněn banánovníky (*Musa sp.*), papájou (*Carica papaya*) a dřevinami poskytujícími koření. Pod stromy jsou pěstovány zemědělské plodiny vyžadující stín, např. taro (*Colocasia sp.*), a na vysutých záhoncích, aby nebyly poškozovány hospodářskými zvířaty, se pěstují nepostradatelné místní léčivé rostliny.

**Taungya** je agrolesnický systém sekvenční (stěhovavý, úhorové zemědělství), s periodickou sklizní jednoletých zemědělských plodin a těžbou stromů. Na odlesněném pozemku se po vykloučení pařezů a vypálení zbytků stromového a keřového porostu pěstují po dva až tři roky jednoleté zemědělské plodiny. Poté se pozemek opustí, a nechá pro opětovné obnovení produkční schopnosti půdy získáním minerálních a organických látek delší časové období ladem (5-20 let). V této rekuperační době pozemek samovolně zarůstá bylinnou a dřevinnou vegetací, ve které dominují pionýrské, rychle rostoucí dřeviny. Takto vzniklé úhory **improved fallow**, se využívají k pasení dobytka. Variantou systému Taungya je doplnění zemědělských plodin řadovou výsadbou stromů, tzv. **alley cropping**. Ve dvou až třech následujících letech se stromy a zemědělské plodiny pěstují dohromady (obdoba evropského polaření), poté ale zemědělská produkce postupně slábne, až zanikne v důsledku nedostatku světla pod rozrůstajícími se stromy. Po vytěžení stromů se cyklus opakuje.

Ideální je, pokud je sídelní útvar obklopen dostatečně rozlehlým pastevním lesem, snázejícím stínání a spásání, schopným sehrát roli nárazníkového pásma, před vstupem místních obyvatel do přírodního lesa. Vhodným náhradním řešením může být výsadba bambusu, který je do značné míry schopen pokrýt potřebu po palivovém, ale i užitkovém dříví.



Obr. 22.1. Ideální uspořádání pozemků v okolí sídla

Sídlo je uprostřed pozemků, chráněno stínícími stromy poskytujícími jedlé plody a obklopené tropical homegarden.

První mezikruží je tvořeno zemědělskými pozemky, vyžadujícími častou pracovní aktivitu, doplněné v agrolesnických systémech stínícími dřevinami.

Další mezikruží je tvořeno pastevním lesem, který je současně částečným zdrojem palivového dříví.

Poslední kruh před původním lesem je tvořen výmladkovým lesem pro získávání paliva, kterému výrazně neublíží ani pastva dobytka.

## 22.6. Zvláštnosti lesnických aktivit v rozvojových zemích

Rozvojové země jsou pro středoevropana jiným světem. Před příjezdem očekává jiné klimatické podmínky, odlišné dřeviny a méně vyspělou infrastrukturu, ale jen obtížně se může předem připravit na odlišnosti kulturní, náboženské, mentální a hygienické. Nejdůležitější je si však uvědomit, jaká očekávání mají místní lidé od příjezdu experta a jeho projektu. Euroatlantická civilizace totiž žije svými problémy, které jsou z pohledu rozvojových zemí pouhými pseudoproblémy z nadbytku, a proto evropský (a zejména americký) přístup k řešení místních problémů selhává! Místní lidé, negramotní, podvyživení, bez stálého příjmu, jejichž vnímání budoucnosti končí dnešním večerem, opravdu nevnímají jako pomoc osvětové akce, přenos legislativy – pro jejich podmínky absurdní, tvorbu kostry ekologické stability, certifikaci lesů a vyhlášení chráněných území. Lesník tam musí řešit zadání podobné jako ve středověku a počátku novověku v Evropě, tj. jak rychle zvýšit produkci dřeva a ostatních lesních produktů, a dosáhnout její vyrovnanosti a trvalosti. Jen takto koncipované projekty mají šanci na úspěch a vděk místních obyvatel.

Sebedůvěra českého lesníka, který zná 10 stromů a 10 keřů, sice může být otřesena setkáním s obrovským množstvím dřevin, a s tím, že jejich místní názvy jsou nejednotné, a nekryjí se s obchodními názvy dřeva z nich, ale nespornou jeho výhodou je to, že prošel českou školou **lesnické typologie**. Díky tomu je schopen tvůrčím způsobem pracovat s klimatickými údaji (klimatické pásmo, srážky, teplota, nadmořská výška, období dešťů a sucha, převládající směr větrů), členěním lesů (tropické lesy velmi suché, suché, vlhké, velmi vlhké) a vytvořit si na místě vlastní systém „přírodních lesních oblastí“ a edafických kategorií, a zařadit do něj jak původní, tak kosmopolitní a introdukované dřeviny. Nemusí vždy začínat od nuly, protože zejména v bývalých francouzských koloniích lze navázat na velmi solidní lesnické materiály. V bývalých anglických državách je to horší, a ve španělských se jedná snad jen o čestné výjimky. Spolupráce s místními lesníky je nezbytná, byť komplikovaná tím, že sami neznají vlastnosti všech původních dřevin, proto k nim mají nedůvěru, a preferují introdukované dřeviny i tam, kde jsou nevhodné. Ale jejich znalosti jsou nenahraditelné při hledání optimálních vztahů mezi produkcí dříví a ostatních produktů lesa (u řady dřevin je totiž velmi neztetelná hranice mezi užitkovým a ovocným stromem).

**Zjišťování zásob** v porostech v nepřístupných a rozsáhlých územích se provádí převážně metodami dálkového průzkumu Země (DPZ). Na omezených územích (a pro zjištění etalonu) lze provést i zjišťování pozemní, ale s tím, že vzhledem k tloušťkám tropických dřevin nemusí být použití průměrek reálné (tloušťky stromů se zjišťují z měření obvodu pásmem **diameter tape**, nebo odhadem po přiložení vodorovného měřítka na tyči ke stojícímu stromu). Při použití místních měřičů nemusí být z důvodu jejich ngramotnosti reálné vedení svěrkovacích manuálů, pak jde každý měřič svým transektem a večer odevzdá tolik kamínků, kolik našel stromů určité dřeviny, tlustších než určený limit. Vzhledem k omezeným možnostem variant (kamínky, větvičky, šišky, pecky) a paměti měřičů, nemůže být přehled dřevin úplný.



kácení komplikují rozměrné kořenové náběhy



odbornost dělníků bývá nízká

### Obr. 22.2. Zvláštnosti kácení

**Kácení** pro vlastní potřebu paliva se realizuje převážně mačetami a sekerami (také ještě vykovanými z listového péra auta), a tak jsou obvykle káceny jen stromy do tloušťky paže, a z tlustších stojících stromů jsou hrubě odsekávány dosažitelné větve. Rozšiřující se vlastnictví motorových pil ovšem znamená kácení i tlustých stromů. V komerčních technologiích se používají výkonné motorové pily s dlouhou lištou, a v plantážích i víceoperační stroje. Kácení stromů je komplikováno jejich nepřístupností, přičemž očištění paty stromu je spojeno s rizikem uštknutí hadem, či poštipání divokými včelami. Stromy bývají porostlé liánami, což ztěžuje kácení, a mnohdy nevyzpytatelně ovlivňuje směr jejich pádu. Deskovité kořenové náběhy ztěžují úrovnňové kácení, a často je proto kácení prováděno z lešení postaveného až nad nimi. Dimenze těžných stromů mohou přesahovat délku lišty, s čímž se místní těžaři vyrovnávají jen obtížně. Stromy dřevin poskytujících stín mívají tak mohutné koruny, že po pokácení zůstanou ležet na tlustých větvích, jejichž odřezávání je rizikové. Kácení i odvětvování je nepříjemné u trnitých dřevin. Těžba v mangrovech (*Rhizophora sp.*) je možná jen za odlivu, ale i tak je vzhledem k extrémně nízké únosnosti terénu možný jen pohyb osob a použití manuálních technologií, případně se těží z loďky. Z hlediska OBP je významné, že horké a vlhké klima prakticky znemožňuje používání některých ochranných pomůcek, obvyklých v mírném pásmu (neprořezné kalhoty, vysoké boty). Nácik některých technik je možný „doma“, např. kácení topolů s deskovými náběhy, rozložitých ořešáků, stromů s liánami v lužním lese.

**Manuální soustředování dříví** je limitováno trvalou tažnou silou člověka, která je při rychlosti 1m/sec jen 15 kg. Náklady na soustředování jsou ale jen na mzdové, a je možno využít i nekvalifikovanou pracovní sílu. Nízkou tažnou silou člověka je hodné využívat v technologiích s ručními kolesnými vozíky a korytovými smyky Log-line (viz kap. 15).



**Obr. 22.3. I tlusté dříví může být v tropech soustředováno manuálně**

Při **animálním soustředování** se využívá tažná síla v místě obvyklých domestikovaných zvířat. Mimo u nás obvyklého vlečení a vyvážení na voze, se v členitém terénu používá vynášení, kdy je náklad upevněn ve dvou částech na bocích zvířete na soumarském sedle. Jinou variantou je pohyb dvou zvířat (tažného skotu) vedle sebe, spojených nosníkem neseným rohy zvířat, na kterém je náklad buď úplně, nebo částečně zavěšen. V Jižní a Střední Americe se používá i „polonávěš“, kdy je část nákladu připevněna k sedlu zvířete, a druhá se smýká po zemi. V Latinské Americe se lze setkat i s jednoduchými koleskami, umožňujícími transportovat volským potahem i výřezy značných dimenzí. Výhodou animálního soustředování dříví je jednoduchost jeho logistiky. Krmení je obvykle možné zajistit v místě, a míra vyspělosti infrastruktury postačuje nízká. Vybavení pomůckami pro soustředování dříví je minimální. U slonů obvykle jen prsní řetěz, u koní a mul prsní řemen, a u skotu dřevěné jho. Soumarská sedla v pravém slova smyslu téměř neexistují, a jsou místní tvořivostí sestavena ze starého koberce jako sedlové podušky a soustavy různých provázků či lián. Tažnou sílu zvířat a jejich pracovní podmínky lze proto relativně snadno zlepšit evropsky pojatými chomouty. Obdivuhodná je často schopnost původních obyvatel, přesně ovládat zvíře jen hlasem, či za pomoci ohlávky, nemající vůbec udidlo.



vyvážení dříví na soumarském sedle (muly, osel)



„indiánské“ vlečení dříví v polozávěsu

**Obr. 22. 4. Animální soustředování dříví**



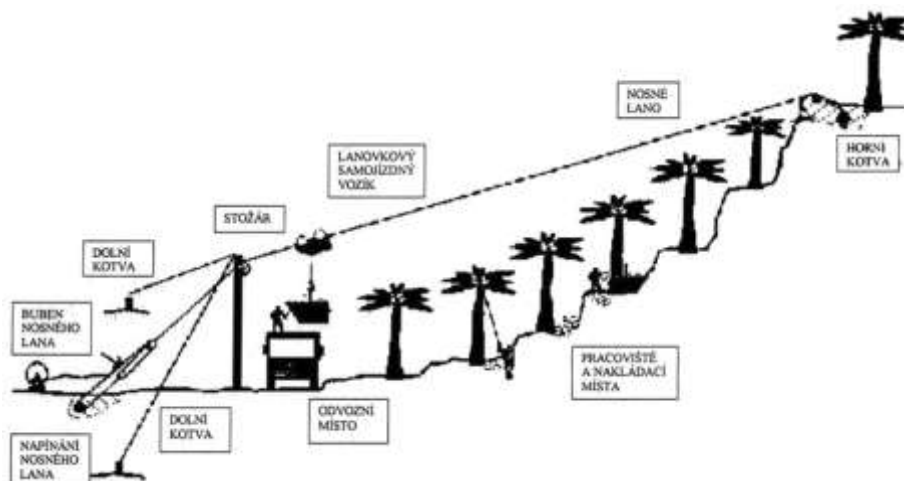


elefant logging

oxen logging

Obr. 22.5. Animální soustředování

Podíl **mechanizovaného soustředování dříví** se stále zvyšuje, ale použití techniky má svá specifika. V tropech je nezbytné používat stroje v tropickém provedení, s vyšší odolností proti agresivnímu klimatu (více vrstev nátěrů, zinkování, vyšší stupeň izolace elektrické instalace). Nízká úroveň infrastruktury nepřeje využívání sofistikovaných strojů s elektronickými, pneumatickými a hydraulickými prvky, protože je doprovází potíže při seřizování, údržbě a opravách. Nejvíce jsou proto používány modifikované pásové traktory, s mechanicky poháněnými navijáky, případně i buldozery, za kterými je náklad vlečen v řetězu. Traktory s drapákovými závěsy se používají méně, protože jsou složitější, a vyžadují zajetí k výrezu na kontakt. Jejich výraznou výhodou ale je, že nepotřebují závozníka, který je při podvlékání úvazků velmi ohrožen uštknutím hadem. Vrtulníkové soustředování dříví je jediný způsob, při kterém nenastane otevření lesa kolonizací. Jeho nevýhodou je náročnost na logistiku, a především to, že v podstatě nedává žádné pracovní příležitosti místním obyvatelům, což místní vlády nesou nelibě. Lanovkové soustředování se rozšiřuje velmi pomalu, a to z podobných důvodů: je velmi náročné na logistiku a kvalifikaci personálu. Zajímavostí je aplikace lanových dopravních zařízení na plantážích užitkových rostlin, např. na banánových plantážích a plantážích palmy olejně.



Obr. 22.6. Lanové dopravní zařízení na plantáži palmy olejně (samovojídný vozík řízený radiem)

**Vodní doprava** je v řadě regionů jedinou možností dálkové dopravy dříví a ostatních produktů lesa. Někdy se pro jednorázovou dopravu dokonce vyhloubí dočasné umělé kanály, které po ukončení dopravy samovolně zarostou vegetací. Na paměti je ale třeba mít, že dřeviny s vysokou hustotou dřeva neplavou! Proto musí být transportovány jiným způsobem, nebo musí být naloženy na vorech z jiných dřevin. Na jezerech a vodních tocích musí být vory vlečeny, někdy i loďkami poháněnými manuálně. Velkou výhodou vodní dopravy tropického dříví, při které je dřevo ponořené ve vodě, je to, že tropické dřeviny obecně podléhají rychle zkáze, a jejich pobyt ve vodě působí jako dočasné opatření proti hmyzím škůdcům, hnilobám a plísním. Na straně druhé ale představují vodní toky významnou překážku pozemní dopravě dříví.

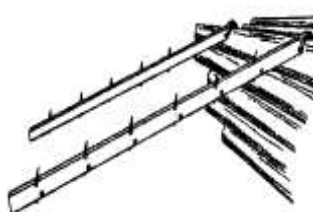


Obr. 22.7. Překonávání vodního toku

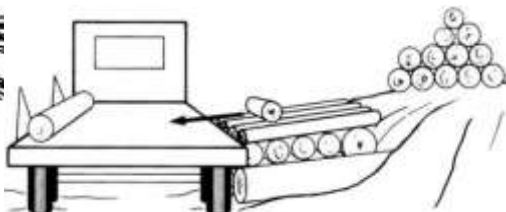


22.8. Doprava ratanu po řece

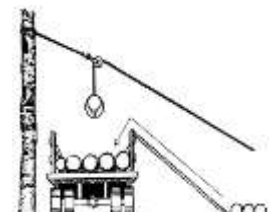
**Doprava dříví po pozemních komunikacích** je komplikována rozměrností výřezů některých dřevin, a proto není výjimkou doprava jen jediného výřezu na vozidle. Pochopitelně nemohou být takové výřezy nakládány hydraulickým jeřábem, ale nakládány jsou navalením buldozerem po dočasné rampě, vytvořené z místního zemníku týmž buldozerem, nebo u výřezů menších dimenzí navalení buldozerem, jenž pojíždí uprostřed mezi dvěma líhami a výřez navalí pojezdem při současném zdvihu radlice. Pro nakládání se používá i navalení zdvojenou smyčkou lana, které je kolmo na osu prostředku taženo traktorem, či tažným zvířetem; nebo nakládání s použitím kladky, vlečením výřezu po líhách. Pro skládání rozměrných výřezů na překládacích místech se používá A-frame, což je jednoduchá dřevěná konstrukce, využívající vysokou a silovou kladku (jednoduchá obdoba ruského brevnosvalu). Na překladištích se používají i složitější zařízení využívající tažnou sílu zvířat násobenou kladkostrojem, např. jammer (pro nakládání, skládání i přemísťování dříví). U méně rozměrných výřezů se používá i ruční nakládání a navalování, či navalování po líhách se zarážkami, které při pohybu dříví přes něj sklopí, a poté zvednou.



líhy se zarážkami pro ruční nakládání

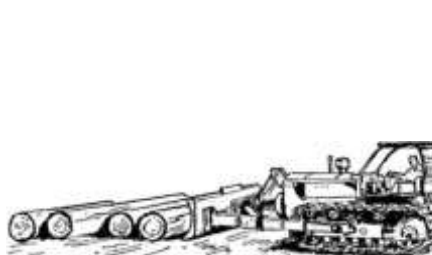


ruční nakládání z dočasné dřevěné rampy

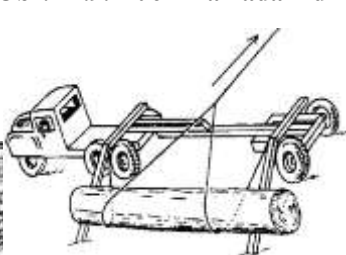


ruční nakládání s vysokou kladkou a líhami

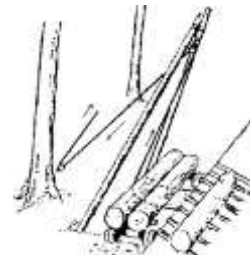
Obr. 22.9. Ruční nakládání dříví



nakládání buldozerem ze zemní rampy



nakládání zdvojenou smyčkou lana



skládání dříví s použitím A-frame

Obr. 22.10. Nakládání a skládání dříví



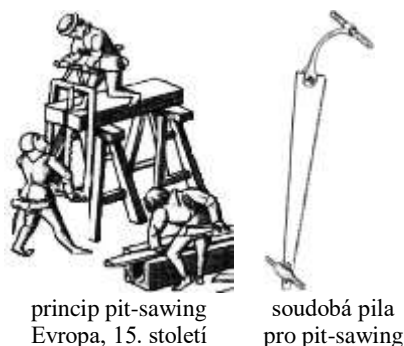
Obr. 22.11. Nakládka výřezu makoré



Obr. 22.12. Extenzivní těžba eukalyptu



**Lokální zpracování dříví** může být omezeno jen na zkrácení a podélné rozřezání kulatiny. Nejjednodušší je technologie příčného i podélného rozřezání stromu na místě těžby, kdy se výřez ležící na zemi podélně rozřezává břichatkou, způsobem analogickým s řezáním řeziva jednodlistou rámovou pilou. Jeden z dělníků přitom stojí na výřezu, a druhý v jámě, pro tento účel vyhloubené pod výřezem. Proto se tato technologie označuje jako **pit-sawing**. Vývojovým pokračováním je výroba řeziva na místě těžby s použitím jednoduchých přípravků na motorovou pilu, či s použitím přenosných pil, z nichž první, která získala certifikát ekologické šetrnosti FSC, byla pila **Logosol**. Většímu umístění finálních výrobků na mezinárodním trhu brání nízká, až nepřijatelně nízká kvalita zpracování, která je zčásti důsledkem nedostatečné odborné kvalifikace, projevující se až překvapivými neznalostmi, např. používáním nevysušeného řeziva na nábytek. Na straně druhé ale nízké náklady na pracovní sílu a jiné hygienické a sociální standardy umožňují produkci konkurenceschopných výrobků. A to nejen technicky primitivních, jako zmrzlinových dřivek, drobných výrobků ze dřeva a štípaného bambusu, ale vzhledem k manuální zručnosti a uměleckému citu místních obyvatel i dřevěných plastik, řezbářských prací a soustružených prvků nábytku (úchytky, nožičky, ozdoby). Problémem může být (i při zpracování mimo zemi původu), že dřevo některých dřevin je biologicky aktivní, a pouhý dotyk ruky s řezivem způsobuje těžké a obtížně léčitelné ekzémy a brusný prach vyvolává astmatické záchvaty.



princip pit-sawing  
Evropa, 15. století

soudobá pila  
pro pit-sawing



Obr. 22.13. Pit-sawing



Obr. 22.14. Pila Logosol

**Pracovní síly** v těžbě, dopravě a zpracování dříví mají zpravidla velmi nízkou odbornou kvalifikaci, a jejich školení a zapracování bývá často ztíženo negramotností. Na tištěné studijní materiály se nelze spolehnout, spíše lze doporučit, aby pracovní pokyny byly zpracovány formou „komiksu“, tj. jednoduché pérové kresby a nenáročného textu.



*La hierba alrededor de la planta entraña un gran peligro para ella, porque la quita agua, y si es la hierba más alta que la planta, puede ahogarla completamente. Por eso hay que segar la hierba cerca de la planta, pero con cuidado, para no dañarla al mismo tiempo.*

Obr. 22.15. Příklad pracovního pokynu pro ochranu stromků po výsadbě

V těžbě dříví bývá v některých regionech běžné, že dřevorubce doprovází celá početná rodina, a v tom případě se dělníkům nezajišťuje strava (to je záležitost rodiny), ale všem se zajišťuje ubytování v dřevorubeckých táborech (ve velice jednoduchých mobilních domcích bez příslušenství). Prakticky ve všech oblastech jsou obtíže se zabezpečením dostatečného množství nezávadné pitné vody, a náklady na nákup balené vody jsou významnou nákladovou položkou.

Tropické klima prakticky znemožňuje používání některých ochranných pomůcek, obvyklých při těžbě dříví v Evropě. Např. oblečení neprořezných kalhot by vedlo během několika desítek minut ke zkolabování dřevorubce. Vybavení dřevorubců je proto výrazně skromnější, ale o to větší pozornost je třeba věnovat technice a bezpečnosti práce. V tropických oblastech je běžnou zvyklostí siesta přes nejteplejší období dne. Evropan, vykonávající řídicí a kontrolní práce sice bývá schopen se mobilizovat, a k pracovní činnosti se motivovat i v tomto čase, ale od místního personálu to není možné žádat.

Relativně známé je přesné dodržování času modliteb u některých náboženství. S tím je nutné počítat při plánování a řízení výroby, neboť požadavek víry je tak silný, že vede i k přerušení rizikové operace.

## 22.7. Non Wood Products

Dříví není jediným produktem lesů, a proto jsou souhrnným termínem Non Wood Products, Minor Forest Products či Non Timber Products označovány činnosti a produkty, které se zčásti kryjí s disciplínami Přidružená lesní těžba a Přidružená lesní výroba (viz kap. 24). V rozvojových zemích se ale jedná daleko širší rozpětí činností, mezi které se podle FAO zahrnuje nejen získávání steliva a krmiv pro hospodářská zvířata, kůry, medu, pryskyřice, gum, olejů, lýka, tříslovin, barviv, vláken, kapoku, jedlých hub a lanýžů, ovoce, jedlých květů, mízy (i alkoholizované), zvěřiny, ryb, kožešin a kůží, léčivých a aromatických rostlin i stavebních materiálů (palmové listy na střechy), ale i sběr a výroba zahradních artefaktů (ozdobné balvany, kůly, tyče, podpěry k rostlinám, záhonové obrubníky, přírodní mulčovací materiály), získávání floristických materiálů sběrem i pěstováním (dekorativní zeleň, kapradiny, šišky, ořechy, mech, lišejníky, větvičky, tilandsie, orchideje), řemesla – Crafts (košíkářství, výroba košťat a rohoží, výroba pletených plotů, zpracování kořenů a samostatů na dekorace, výroba barviv, rukodělné výrobky, činění kůží a preparace a úprava loveckých trofejí, kožedělné výrobky, destilace silic a voňavkářství atd.).

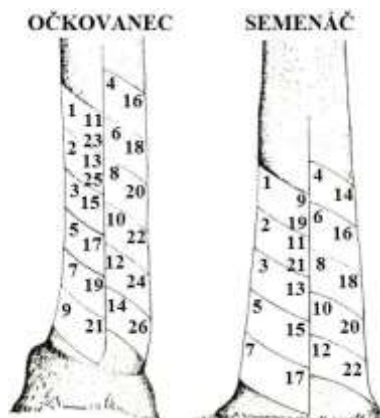
Do NWP je zahrnováno i lovectví a rybaření, a za tržby z NWP jsou považovány i tržby za turistické aktivity, kam se zahrnují i pro nás neobvyklé nehmotné komodity jako smyslové vjemy lesního vzduchu, vůně jehličí, pryskyřice a květů; individuální vykonávání „koníčků“ jako malířství, fotografování, meditace v přírodě, pozorování přírody, sbírání minerálů a fosilií; organizované vykonávání přírodních aktivit a lesních sportů: ekoturistika (ecotourism), rybaření (fishing), lovectví (hunting), procházky (trekking, jungle walking), jízda na koni (horsebackriding), cyklistika (mountainbiking), táboření v přírodě (camping), pozorování přírody a ptáků (wildlife observation, birdwatching), fotografování přírody a zvířat (fotosafari), vodní sporty (canoeing, rafting), orientační běhy (orienteering), střelectví (shooting practice), lukostřelba (archery), kurzy přežití (surviving), bojové hry (war games, paintball), ale i enduro a jeep rally. Do NWP je podle nomenklatury FAO zahrnována nejen výroba dřevěného uhlí, ale i získávání veškerého dříví pro otop (sběr těžebního odpadu, lámání větví a sesekávání výmladků).

Často prolínají aktivity NWP se zemědělskou a lesnickou činností – pak jsou součástí **agroforestry**. Pokud je v systému agroforestry akcentována produkce palivového dříví, bývá tento systém nazýván **agrenforestry**. FAO, resp. jeho Forestry Section eviduje v současné době více než 35 národních a mezinárodních institucí, zabývajících se výzkumem přidružené lesní těžby, šířením získaných znalostí a tvorbou trhu pro nové komodity NWP. Celosvětově se odhaduje, že roční hodnota produktů NWP se rovná nejméně polovině hodnoty ročně vytěženého dříví, ale některé odhady naznačují sblížení obou hodnot. V mnoha regionech jsou aktivity NWP jedinou možností zaměstnání, a některé komunity přírodních národů jsou na nich závislé zcela. Celosvětově poskytují aktivity NWP více pracovních příležitostí, než těžba a zpracování dříví. Mezi nejvýznamnější aktivity a produkty NWP patří:

Průmyslové využívání kaučuku započalo rokem 1839, kdy Charles Goodyear objevil vulkanizaci sírou, a v současnosti je **přírodní kaučuk** nenahraditelný v 50 % gumových výrobců. Získává se z kaučukovníku brazilského, *Hevea brasiliensis*, čeledi *Euphorbiaceae*, který je nyní kosmopolitní dřevinou na celé jižní polokouli, a to podobnou technikou jako pryskyřice. Název dřeviny je odvozen od indiánského názvu surové gumy „cahu-chu“ – stromové slzy. Největšími producenty kaučuku jsou Indonésie, Malajsie a Thajsko, mající dohromady 6,5 mil. ha plantáží, při jejichž prosté obnově (životnost plantáže je cca 30 let, delší životnost mají plantáže z očkovanců, kratší životnost mají plantáže ze semenáčů) je ročně exportováno téměř 2,5 mil. m<sup>3</sup> kulatinových výřezů gumovníku. Mléčnice, obsahující latex se nacházejí ve spodní vrstvě kůry a tvoří propojený systém, umožňující získávání latexu bez poškození kambia. Po naříznutí kůry stromu vytéká latex - bílá, mléčná kapalina obsahující 60-70 % vody a 30-40 % koloidních částic kaučuku neschopných krystalizace.



malovýrobní těžba



některá schémata těžby latexu

**Obr. 22.16. Těžba latexu (*Hevea brasiliensis*)**

Čísla v segmentech  
vyjadřují pořadový  
rok těžby.

Těžba začíná nejdříve  
ve 12 letech,  
a trvá maximálně 30 let.

(podle VALÍČEK, 2002)

Kaučuk se vysráží kyselinou mravenčí, vypere vodou a suší na vzduchu (bílá krepa, pale latex crepe), nebo v dýmu nad ohněm (hnědá krepa - uzžený kaučuk, ribbed smoked sheet). Se získáváním latexu (čepováním) se začíná v době, kdy je ve výšce kmene 1 m jeho obvod 45-50 cm. Obvyklý řez je šroubovitý, odleva nahoře doprava dolů, ve sklonu 25-30° k horizontále, na jedné polovině obvodu kmene, a latex stéká po řezné ploše do nádoby. K témuž segmentu těžby latexu se sběrač vrací až po několika letech, podle různých schémat. Z jednoho stromu lze získat 5-25 kg kaučuku. Metody zpracování přírodního kaučuku jsou velmi různorodé, od velkovýrobních systémů sběru a zpracování, až po výkup čerstvého tekutého latexu či hotové krepy od drobných dodavatelů.

Největšími producenty **korku**, získávaného z dubu korkového (*Quercus suber*) jsou Portugalsko, Španělsko, Alžírsko, Maroko, Itálie, Francie a Tunis. Dub korkový se pěstuje na plantážích (600-800 stromů/ha), v silvopastorálních lesích (ve kterých má dub úlohu stínící dřeviny pro úkryt dobytka) a v porostech smíšených s borovicí. Sklizeň korku se provádí od 15.6. do 15.8., a výška loupání kůry může být do dvojnásobku obvodu kmene (až do 3 m). Sklizeň korku není bez rizika, po sloupání kůry hrozí vysušení větrem, infekce houbami i napadení hmyzem (*Limatiria dispar*). První sklizeň korku, nazývaná BORNIZO bývá ve věku stromů 25-40 let, při  $d_{1,3}$  25-30 cm, tj. při obvodu kmene 60 cm. Druhá sklizeň, nazývaná SEGUNDERO následuje po 9-15 letech. Nejvyšší kvalita korku je až ze třetí sklizně a dalších (tzv. reprodukční korek).

Po sklizni se nechává korek 6 měsíců vyzrát pod vlivem povětrnosti, a až poté následuje jeho zpracování. Při primárním třídění se korek zařazuje do 7 stupňů tloušťky a 7 tříd kvality. Pak se korek vaří minimálně jednu hodinu, při čemž nabude asi o 20 % na objemu. Následuje tři týdny trvající řízené sušení v klimatizovaných skladech, po kterém až následuje vlastní zpracování: řezání na desky, kalibrování desek podle tloušťky (opět do 7 tříd) a jakostní třídění (do 7 jakostních tříd v každé tloušťkové třídě). Nejkratší interval mezi loupáním korku z jednoho a téhož kmene je 9 let, a při tloušťce korku 3-4 cm je možné získat až 80 kg korku.



loupání kůry ručně, a s použitím ručních strojů



sušení korku na vzduchu

**Obr. 22.17. Těžba korku**

Loupáním kůry z živých stromů mutumba (*Ficus natalensis*) rostoucích v jihovýchodní Africe se získává **Bark Cloth**, který se v Evropě používá na výrobu designových módních doplňků. Očištěná

kůra stromu se v období dešťů sloupne obdobně jako kůra dubu korkového, a obnažený kmen se chrání obalem z banánových listů, aby kůra zregenerovala, a mohla se loupat i dalším rokem. Sloupnutý pás kůry se podélně stočí do role a ponořený ve vodě se vaří asi půl hodiny, aby změkkl. Poté se několik hodin kůra naklepává rýhovanými dřevěnými paličkami a přitom se vytahuje do délky i šířky. Výsledný materiál má vzhled netkané textilie se sametovým povrchem, který se používá buď v přírodní barvě (světle červenohnědé), nebo se obarvuje přírodními barvivy. Hlavním vývozcem je Uganda.

**Dřevěné uhlí**, jehož hoření lze kdykoliv zastavit, a opět obnovit, je oblíbeným a nenahraditelným palivem. V rozvojových zemích se však dosud vyrábí s vysokými ztrátami primitivním způsobem pálením v jamách. Provozní zvládnutí pálení dřevěného uhlí v milířích, či v karbonizačních pecích (předválečného typu Kořán), by znamenalo pokrok srovnatelný s průmyslovou revolucí.

Kávovník, čeleď *Rubiaceae*, je pěstován v krytu pod stínícími dřevinami (životnost keříků v plantážích je až 20 let), proto je možné považovat **pěstování kávy** za NWP. Podíl jednotlivých pěstovaných kávovníků na trhu je arabica (*Coffea arabica*) 70 %, robusta (*Coffea robusta*) 25 %, a ostatní druhy, zejména *Coffea liberica*, 5 %. Jednotlivé druhy se liší obsahem kofeinu, arabica 0,8-1,7 %, robusta 1,7-3,5 %, i oblastí pěstování, arabica 1 000-1 800 m n. m., robusta 200-800 m n.m. Káva kvete a zraje průběžně celý rok, na keříku jsou proto současně květy i plody v různém stádiu zralosti – plody zrají až 9 měsíců. V každém plodu jsou dvě asymetrické pecky – pokud je v plodu jen jedna, nazývá se **perlová káva**. Sklizeň se na rodinných farmách zpravidla realizuje jako **pickig**, tj. selektivní sběr jednotlivých zralých plodů (sklizeň je pracnější, kvalita plodů je vyšší, následné třídění je méně pracné). Na plantážích se realizuje periodicky jednorázová sklizeň v době, kdy je většina plodů zralých – **stripping** (sklizeň je rychlejší, kvalita plodů je nevyrovnaná a následné třídění je pracnější). I další technologie zpracování se odlišují u rodinných provozoven a ve velkovýrobě. Na farmách (a všude tam, kde je nedostatek vody) se obvykle dužina a pergamen z plodů odstraňují suchým procesem, kdy se plody 2-3 týdny suší na zemi či na sítích, a poté se drhnou na sítích, aby se usušená dužina a pergamen odrolily. Současně s drhnutím probíhá další třídění. Výsledný produkt je označován jako **káva nepraná**, mívající nižší kvalitu, protože obsahuje i zaschlá, méně hodnotná zrna. Na plantážích se používá i vlhký proces odstraňování dužiny a pergamenu, kdy jsou plody 1-2 dny fermentovány ve vodě, poté je dužina vymývána vodou, a čistá zrna jsou 5-6 dnů sušena. Až poté proběhne třídění. Výsledný produkt je nazýván **káva praná**. Pokud jsou dužina a pergamen z plodů odstraněny průchodem přes zaživač trakt cibetky, nazývá se káva **animalcoffe**, Luwak Coffe či **Kopi Luwak** (cibetková káva), a patří k nejdražším kávám. **Pražení kávy** je už jejím zpracováním, a proto se zpravidla u prvovýrobců neprovádí, a káva se expeduje jako **zelená káva**. Teplota při pražení je v rozpětí 200-250 (300)°C, a doba pražení 8-20 minut. Obsah kofeinu se pražením nemění, ale objem zrn se pražením zvětšuje až o 60 %, při ztrátě hmotnosti asi 20 %. Upražená káva má do 5 % relativní vlhkosti, a není-li dobře zabalená, nabírá vzdušnou vlhkost. Někdy se při pražení kávy používají ingredience měnící výsledné aroma kávy, skořice, hřebíček, zázvor a další. FAO odhaduje, že pěstování a zpracování kávy poskytuje práci 25 milionům osob.

**Ratan**, palma *Calamus rotang* se používá na košíkářské práce a výrobu nábytku, a do Evropy přichází už jako polotovár **pedik**, což je „prut“ po sloupnutí kůry a kalibraci tloušťky.

V košíkářství a pro výrobu rohoží a hrubých tkanin (pytlů) se využívá **pandán** - pandanus (*Pandanus sp.*), jehož některé druhy (má asi 150 druhů) poskytují též jedlé plody a semena, a některé mají květy využitelné v parfumerii.

**Palmový olej** se získává z palmy olejné, *Elaeis guineensis*, čeleď *Arecaceae*, patřící k nejdůležitějším světovým olejninám. Jeho hlavním producentem je Malajsie (přestože pochází palma olejná z rovníkové Afriky), pokrývající 85 % světového trhu, následována státy západní Afriky, Jižní Ameriky a jihovýchodní Asie. Palmový olej (palmový tuk) se získává z oplodí; je světle žlutý až oranžový, a používá se v potravinářství i k technickým účelům (mýdla, svíčky, kosmetika, krmiva, mazadla, bionafta). **Jádrový olej** (palmojádrový tuk) se získává z endospermu plodů; je světlejší než palmový a používá se v potravinářství. Plodenství má 18-25 kg (výjimečně i 40 kg) a obsahuje 800 až 2000 plodů. Z jedné palmy se sklízí 5-10 plodenství ročně, z 1 ha plantáže se ročně získává asi 820 kg palmového a 110 kg jádrového oleje (ale u nejproduktivnějších kultivarů až 6 tun). Pro vlastní domácí



potřebu v kuchyni se získává olej z oplodí drcením, a jeho obrovskou výhodou je, že v tropických podmínkách nežlukne, i když není uložen v chladničce (pozor – jádrový olej je naopak v místních poměrech téměř neskladovatelný, protože žlukne velmi rychle).



plodenství



plantáž

Obr. 22.18. Palma olejná

**Olivový olej** se získává z celých plodů olivovníku, *Olea europia*, čeleď *Oleaceae*, pěstovaného především ve Středomoří (60 % světové produkce pochází z Itálie, Španělska a Řecka). Z jednoho stromku se sklídí až 20 kg plodů ročně, přičemž na výrobu 1 litru oleje postačí 5 kg oliv. Na olej se zpracovávají jen plody dokonale vyzrálé, které se nechávají po sklizni asi 10 dní zavadnout, rozložené v tenké vrstvě. Podle legislativy EU se rozlišují tyto stupně jakosti: Extra panenský, pocházející z prvního lisování za studena (při teplotě 20-25 °C), obsah mastných kyselin pod 1 %; panenský, z prvního lisování za studena, ale s obsahem mastných kyselin 1-2 %; obyčejný panenský, z prvního lisování, ale s obsahem mastných kyselin 2-3,3 %; rafinovaný, lisovaný za tepla, s následující chemickou úpravou; olivový – směs panenského (25 %) a rafinovaného oleje (75 %). Pro laické posouzení kvality (při nákupu v obchodě) postačí pravidla: po protřepání láhve se nemají vytvořit bublinky, ani po dlouhodobém „odstátí“ se nemají vytvořit okulárně patrné vrstvy, v chladničce má olej ztuhnout. (Oleje lisované za studena jsou vhodné pro studenou kuchyni – saláty, pro tepelnou úpravu pokrmů nemají žádnou kulinářskou přednost – pro smažení tedy vyhoví oleje lisované za tepla). Plody olivovníku patří i mezi významné pochutiny. Pro konzervování se používají odrůdy s nižším obsahem oleje a plody se sklízí nedozrálé.



doprava polotovaru po řece



ruční spřádání



manufakturní výroba protierozních rohoží

Obr. 22.19. Zpracování kokosových vláken

**Kokosová palma** *Cocos nucifera*, čeleď *Arecaceae*, patří mezi nejvšestraněji použitelné a nejstarší kulturní rostliny. Široce využitelná jsou **kokosová vlákna** (Coco Fiber, Coconut Fiber), což je vláknitý mezokarp zpracováváný na koberce a protierozní rohože (Erosion and Sediment Control Products), jejichž největším světovým exportérem je Indie (stát vykupuje rohože od výrobních družstev za vyšší cenu, než za kterou je umísťuje na světový trh). Zajímavostí je, že kokosová vlákna odolávají mořské vodě. **Kokosová voda** je v místech s nedostatkem nezávadné pitné vody zdrojem tekutin; sušený endosperm, nazývaný **kopra** obsahuje až 70 % tuku a jeho strouháním se získává kokosová moučka; a kokosový tuk je používán jako náhražka kakaového másla v kosmetice (pozor na přesmyčku v obchodních označeních – cacao butter a cocoa butter). Lisováním čerstvého endospermu se získává **kokosové mléko**, používané jako součást řady pokrmů. Nařezáváním květenství se získává

**kokosová míza** (toddy) v množství až 50 litrů z jedné palmy, z níž se vyrábí palmový cukr, nebo se zkvašuje na palmové víno (jen cca 5 % alkoholu). Produktem destilace palmového vína je lihovina **arak**. Skořápky ořechů jsou výbornou surovinou pro dřevěné uhlí, a kokosová palma je i rostlinou medonosnou.

**Bambucké máslo** (shea butter) získávané ze semen máslovníku, domorodci nazývaného karité, shea tree, *Vitellaria paradoxa*, *Butyrospermum parkii*, čeleď *Sapotaceae*, rostoucího v oblasti Sahelu, je jednou z nejpoužívanějších přísad do přípravků na péči o pleť (původně se jednalo o přípravek používaný v lidovém léčitelství na rány, spáleniny a k léčbě horních cest dýchacích, protože má antiseptické účinky). Hodnota exportu karité činí ročně 100 mil. USD, na sběru a zpracování karité se podílí asi 3 mil. afrických žen, a v Burkině Faso je jeho export na druhém místě za bavlnou. Existuje řada projektů podporujících místní organizace žen ve sběru a zpracování karité a jeho přípravě k exportu, často jako fair trade.

**Kapok** je obchodní označení vláken, obsažených v tobolkách semen některých dřevin (*Ceiba pentandra* – Silk Cotton Tree, Baumwolle, čeleď *Bombaceae*), používaný jako náhrada bavlny, čalounická výplň a náplň záchranných kruhů a vest (protože kapok nepřijímá vodu a je dutý). Vlákna jsou bílá až nažloutlá, s délkou až 40 mm a tloušťkou 18-50 µm.

Značná část tropických dřevin poskytuje **jedlé plody** nebo **semena**. Mimo notoricky známých (citrusy, kakovník) a tradičně obchodovaných to jsou fíkovník smokvoň *Ficus carica*, avokádo *Persea americana*, papája *Carica sp.*, datlovník *Phoenix dactylifera*, ibišek sudánský *Hibiscus sabdariffa*, tamarind *Tamarindus indica*, ledvinovník západní (kešu) *Anacardium occidentale*, mangovník indický *Mangifera indica*, kvajáva kostarická *Psidium quajava*, chlebovník *Artocarpus altilis*, kajan *Cajanus cajan*, kalabaš *Crescentia cujete*, leucena *Leucaena leucocephala*, rohovník *Ceratonia siliqua* (svatojánský chléb - carob, jehož semínka se používala jako závaží – karát, nyní je náhražkou kakaa do levných čokolád), a další. Zvláštní postavení má juvie ztepilá, Brazil nut, Castanha do Brasil, C. do Pará, Castanha da Amazônia, Castanha tree (*Bertholetia excelsa*), vyskytující se v Bolívii, Brazílii, Peru, Kolumbii, Venezuele, Ekvádoru, Surinamu a Guyaně. Umělá kultivace není známa, a sběr para ořechů (jüviových oříšků) je tak intenzivní, že se tato palma v porostech neobnovuje, přestože na každé uzraje ročně až 300 tobolek – „opičích hrnků“ vážících i přes 2 kg a obsahujících 10 až 40 semen - oříšků. Palma tak z porostů mizí, přestože je chráněna jako CITES Tree. Většinou je tropické ovoce měkké, snadno se otláčí, pouští kvasící šťávu a rychle se zapařuje, plesniví a hnije. Problémem je proto i doprava vyzrálého ovoce na místní trh. O exportu čerstvého ovoce je možné uvažovat výjimečně, spíše je reálné vyvážet konzervované polotovary (šťávy, marmelády). Z hlediska výživy místních obyvatel je všeobecným problémem střídání období relativního nadbytku potravin v období úrody, s delšími obdobími hladu. Efektivním řešením by bylo rozšíření technologií malovýrobní konzervace potravin (sušení, zavařování), protože chlazení a mražení bude ještě dlouho nedostupné (k elektrickému proudu nemá přístup více než 40 % světové populace).



„opičí hrnek“  
*Bertholetia excelsa*



oříšek kešu  
*Anacardium occidentale*



svatojánský chléb  
*Ceratonia siliqua*

**Obr. 22.20. Některé tropické a subtropické plody**

V Itálii, Řecku a Alžíru se těží pařezy vřesovce stromového (*Erica arborea*), dovážené do Evropy v polotovarech nazývaných **briér** (briar-wood, bruyère). Briér je kořenice pro rukodělnou výrobu hlaviček dýmek. Její dřevo je tmavohnědé, kropenaté, hutné, s četnými malými póry a dřevnými paprsky řídké vystupujícími na radiálním řezu. Jeho specifikem je nevýrazné aroma a obtížné vznícení.



Na plantážích jihovýchodní Asie se pěstuje camphrier - skořicovník *Cinnamomum sp.*, čeleď *Lauraceae*. Pro produkci **skořice** se sklizené větve očistí od postranních větví a listů, a poté se kůra zbaví korkové vrstvy, sloupne a suší na slunci. Během sušení se kůra stáčí do svitků. První sklizeň větví je možná 2-3 roky po výsadbě, a nejjakostnější koření je z osmiletých keřů. Z kůry i listů se získává těž silice, používaná v potravinářství a farmacii. Na trhu se objevují pod obchodními názvy **čínská skořice** skořicovník čínský, *Cinnamomum cassia*, **skořice cejlonská**, *C. verum*, a vietnamská skořice *C. loureiri*. Nejvyšší jakost má skořice cejlonská, nejnižší vietnamská.

Silice **ylang-ylang** a **cananga** se získávají z kanangy vonné *Cananga odorata*, čeleď *Annonaceae*, a michelie kopinaté *Michelia champaca*. Na získání 1 kg silice je zapotřebí 1 m<sup>3</sup> dříví. Silice se používají při výrobě parfémů. Ke stejnému účelu se získává i vonný extrakt ze dřeva santalu bílého, *Santalum album*, *S. austrocaledonicum*, čeleď *Santalaceae*. K farmaceutickým a kosmetickým účelům se lisuje olej ze semen tamanu (domba, kalaba) *Calophyllum inophyllum*, čeleď *Clusiaceae*, z kůry téhož stromu se ke kosmetickým a léčebným účelům získává vonný balzám takamahak.

Do NWP se ale zahrnuje i chov „domácích mazlíčků“ - leguánů, chov motýlů, pro úplnost uvádíme, že ve Skandinávii se sem zahrnuje i chov soba polárního *Rangifer tarandus*, kdy jen ve Finsku činí hodnota roční produkce masa 34 mil. € (mimo vlastní spotřeby).

Přírodní kaučuk	Natural rubber	4 222	Plantáže <i>Hevea brasiliensis</i>
Žen-Šen	Ginseng roots	390	Sběr i plantáže
Ěterické oleje	Essential oils	320	Sběr i plantáže
Korek	Cork	311	<i>Quercus suber</i>
Med	Honey	269	Jen z lesů
Ořechy	Walnut	216	<i>Juglans spp.</i>
Houby	Mushrooms	207	Sběr i kultivace
Ratan	Rattan	120	Sběr i plantáže
Arabská guma	Gum arabic	102	<i>Acacia senegal. A. seyal</i>
Para ořechy	Brasil nuts	45	Jen sběr <i>Bertholetia excelsa</i>

mil. USD, ceny a objemy roku 2003

**Tab. 22.6. Objem ročního světového obchodu s některými NWP**

## 23. ENERGETICKÉ VYUŽITÍ DŘEVA

Od doby kamenné do současnosti slouží dřevo lidstvu jako zdroj energie. Vzhledem k pracnosti vytápění a nízké účinnosti topenišť se považovalo topení dřevem za primitivní a ustupovalo uhlí, naftě a plynu. Obrat nastal v 70. letech minulého století, v období energetické krize, kdy se vlivem změny cenových relací a snižování zásob fosilních paliv pozornost obrátila na obnovitelné zdroje energie – mezi nimi i na dřevo. Uvedený vývoj se však týkal jen bohatší části planety, protože pro většinu obyvatel Země zůstává dřevo jediným dostupným zdrojem tepla pro vaření a otop, což je hlavním důvodem úbytku lesů v rozvojových zemích. Právě takového úbytku, jaký naše země zažila od kolonizace v desátém století, až do století devatenáctého.

Vývoj lidstva je těsně spjat s energetikou. Venkov se do relativního nedávna zabýval pěstováním energetických plodin; les poskytoval dříví a na zemědělské půdě se pěstovaly pícniny a zrniny jako krmivo (zdroj energie) pro koně a voly, představující dopravní a energetické prostředky. Díky tomu byly regiony energeticky soběstačné, bez dovozu energií zvenčí. Produkce dříví a zemědělských produktů, jako sekundárních zdrojů energie, závisela na dopadající sluneční energii, a protože sluneční energii považujeme za trvalou, byl i vývoj lidstva trvale udržitelný. Přísun energií do výrobních procesů byl však limitovaný, protože jej dávkovalo Slunce, následkem čehož byl rozvoj lidské společnosti pomalý. Rychlý rozvoj ekonomiky nastal, až když si člověk začal dávkovat energie podle svých představ, což se stalo využíváním fosilních paliv. Tento moment přinesl pozitivita i negativa. Použití uhlí pro tavení rud, skla, výrobu cementu a vytápění domácností (místo dřevěného uhlí a dřeva) snížilo tlak na lesy a přispělo k nynějšímu stavu lesů. Kontroverzní bylo vymanění člověka ze závislosti na přírodních silách, což roztočilo spirálu konzum → produkce → výroba energií, která odstartovala permanentní energetickou krizi. Růst spotřeby vyvolává vyšší těžbu neobnovitelných zdrojů, přičemž v žádné etapě vývoje nenašlo lidstvo pojistku proti jejich vyčerpání. Tržní ekonomika sice zvyšuje cenu zdroje, který dochází, což jeho spotřebu zčásti reguluje, ale především vytváří jeho nedostupnost pro chudé. Dostatek energií se tak stal výsadou bohatých. Protože venkov přestal být producentem energií a potravinářská produkce nevytváří dost pracovních příležitostí, venkov se s dalšími negativními souvislostmi vysídluje. Ekonomickým problémem je odliv peněz za energie z regionů na energetické zdroje chudých, do regionů majících energií dostatek, což prohlubuje propast mezi chudými a bohatými. Dalším globálním problémem jsou klimatické změny, u kterých lze mít za prokázané, že jsou v souvislosti s nárůstem podílu skleníkových plynů v atmosféře, uvolňovaných do ovzduší spalováním paliv. Při spalování biomasy se do ovzduší uvolňuje jen tolik CO<sub>2</sub>, kolik ho bylo do hmoty rostliny akumulováno fotosyntézou v období jejího růstu. Spalování biomasy má tedy nulovou bilanci CO<sub>2</sub>, na rozdíl od fosilních paliv, při jejichž pálení je do ovzduší uvolňován CO<sub>2</sub> nad jeho současnou koncentraci. Negativní důsledky konzumní společnosti vyvolaly společenský ořes, na který lidstvo reagovalo formulací filozofie trvale udržitelného rozvoje, jejíž součástí je využívání obnovitelných zdrojů energie. Přestože je filozofie trvale udržitelného rozvoje obecně známa, její prosazování do praxe není jednoduché, protože růst osobní spotřeby je považován za rozhodující ukazatel úspěšnosti ekonomiky.

Orientace na obnovitelné zdroje je součástí energetické, zemědělské a environmentální koncepce EU, sledující zvýšení regionální energetické soběstačnosti, snížení přepravní náročnosti, udržení účelné zaměstnanosti na venkově, zachování krajinného rázu a udržení peněz za energie v regionu. Protože pěstování a zpracování energetických plodin (dřevin) vyžaduje větší vklad práce a energie než dobývání fosilních paliv, je zjevné, že bez státní podpory obnovitelných zdrojů energie je jejich schopnost konkurovat palivům fosilním omezená. Dotace jsou však nesystémovým opatřením, vyžadujícím agendu přidělování a kontroly vynaložených prostředků, a proto je logičtější zpoplatnění fosilních paliv, kdy po vytvoření mechanismu zpoplatnění funguje systém jako tržní. V ČR zatím mezi politiky převládají neoliberální představy, a proto lze toto řešení v dohlednu těžko očekávat. Z řady důvodů je logické, že státy i organizacemi jsou podporovány programy energetického využívání biomasy, od využití odpadů, přes pěstování energetických travin po plantáže dřevin. Lze proto předpokládat, že význam paliv na bázi biomasy bude i v ČR narůstat.

### 23.1. Obnovitelné zdroje energií

Podmínky pro využívání obnovitelných zdrojů energií se v jednotlivých zemích liší v závislosti na jejich geografické poloze, přírodních podmínkách, technologické vyspělosti a ekonomické situaci. Obvykle se obnovitelné zdroje energií člení do skupin

- sluneční energie
  - pro vytápění a ohřev vody (sluneční kolektory)
  - pro výrobu elektřiny (fotovoltaické články)
- větrná energie
  - pro přímou mechanickou práci (větrné mlýny, čerpadla)
  - pro výrobu elektřiny
- vodní energie malých a velkých vodních toků, přílivu a odlivu, příboje
  - pro přímou mechanickou práci (vodní mlýny, čerpadla)
  - pro výrobu elektřiny
- geotermální energie využívaná pro získávání tepla a sekundárně elektrické energie prostřednictvím zemních vrtů a tepelných čerpadel
- energie biomasy – tlení, spalování, zplynování, anaerobní fermentace, lihové kvašení, biopaliva druhé generace.

### 23.2. Možné zdroje biomasy pro energetické využití a jejich charakteristika

Biomasa může být energeticky využita přímým spalováním bez její rozměrové úpravy, nebo, např. v případě dřeva, po rozřezání, štípání, štěpkování či drcení. Biomasa může být i dílčím způsobem zušlechtna lisováním do briket či pelet, které jsou označovány jako paliva na bázi biomasy. Biopaliva druhé generace se rozumí z biomasy vyrobený plyn, alkohol či pyrolýzní olej. Vzhledem k technologiím výroby těchto paliv jsou jednotlivé druhy biomasy různě vhodné pro cílový produkt (např. rostlinné zbytky s vysokým obsahem cukrů jsou pro výrobu bioetanolu vhodnější než přírodní dřevo). Proto se z legislativních důvodů používá ve světě řada klasifikačních systémů, členících biomasu pro energetické využití člení do skupin

- biomasa odpadní, jinak než energeticky nevyužitelná
- biomasa odpadní, mající charakter druhotné suroviny (její spalování je jen alternativou)
- biomasa záměrně produkovaná pro energetické využití.

Z členění je zřejmé, že první skupina se bude postupně zmenšovat přesunem části materiálu do skupiny druhé, a to v závislosti na rozvoji zpracovatelských technologií, které umožní považovat dosavadní odpad za sekundární surovinu (příkladem je přesun pilin z odpadu do suroviny pro výrobu polotvrdých dřevovláknitých desek). Naopak, možnosti rozšíření první skupiny jsou omezené, v závislosti na rozvoji technologií sběru a koncentrace odpadů k využití (příkladem je využití klestu po těžbě dříví, který zůstával na místě těžby k přirozenému zetlení do doby, kdy ekonomicky přijatelné technologie jeho vyvážení a štěpkování umožnily jeho energetické využití). Možné přesuny v prvních dvou skupinách signalizují, že rozšíření zdrojů energeticky využitelné biomasy bude tvrdě limitováno ekonomicky, zatímco přesun odpadů do kategorie druhotných surovin bude akcelerovat. Při zvyšování poptávky po energeticky využitelné biomase to bude znamenat jediné – potřebu záměrné produkce biomasy pro energetické využití.

V praxi se energeticky využitelná biomasa rozděluje do skupin:

**Rašelina**, která v ČR nyní není vzhledem ke svému malému výskytu energeticky využívána, sehrála svou historickou roli při náhradě palivového dříví. Je však třeba zdůraznit, že rašelina není obnovitelným zdrojem energie.

**Rákos**, který je v podmínkách ČR zdrojem objemově nevýznamným.

**Rostlinné zbytky**, které lze většinou charakterizovat jako energeticky nezajímavé pro přímé spalování, protože mají zpravidla vysokou vlhkost (odřezky zeleniny) a spalování může být energeticky nevýhodným způsobem jejich likvidace. Ale mohou se použít pro výrobu lihu (mají-li vyšší podíl jednoduchých cukrů), nebo k anaerobní fermentaci.

**Živočišné zbytky** (peří, kosti, srst, lůj) jsou velmi různorodé, proto je jejich energetické využití relativně komplikované.

**Zbytková biomasa z průmyslu**, pivovarů, pekáren, lihovarů, cukrovarů, veřejného stravování, textilního a kožedělného průmyslu.

**Sláma obilnin a olejnin** je energeticky zajímavým zdrojem, ale s obtížnějšími možnostmi skladování, a vzhledem ke svému chemickému složení vyžaduje speciální topeniště.

**Obiloviny a olejnin** pro přímé spalování a pro výrobu lihu či bionafty.

**Energetické traviny** jsou perspektivním energetickým zdrojem, ale vzhledem k tomu, že se většinou jedná o aklimatizované druhy, není zatím jejich vyrovnaná produkce spolehlivá (trpí vymrzáním).

**Nepotravinářské plodiny** poskytující vysoký výnos sušiny na plochu, např. křídlatka, šťovík, topinambury a další.

**Akvakultury**, zejména záměrně kultivované řasy.

**Dříví a kůra** jsou objemově nejvýznamnější skupinu, dělí se dále na

- **Palivové dříví** získávané při druhování dříví jako sortiment nejnižší technologické jakosti; nebo dříví v kvalitě užitkových sortimentů, záměrně dodávané jako energetické dříví. Energetickým dřívím může být část produkce hospodářských lesů, nebo celá produkce účelově pěstovaných energetických lesů.
- **Pařezy a kořeny** získávané při klučení pařezů.
- **Dřevní odpad** jako dříví neprodejných dimenzí, těžené v lesích v rámci pěstebních (výchovných) zásahů, celé stromky z prořezávek a probírek.
- **Těžební odpad** představovaný klestem a vršky stromů po odvětvění pokácených stromů a manipulačními odřezky vznikajícími při těžbě.
- **Odpady z dřevařské prvovýroby**, kůra, piliny, krajiny vznikající při pořezu kulatiny a odřezky z výroby.
- **Odpady z dřevařské druhovýroby**, kdy ke zdrojům předchozí skupiny přibývají hobliny a brusný prach. Narozdíl od předchozí skupiny, obsahující jen čisté dřevo, může být v této skupině dřevo kontaminováno lepidly, barvami, laky a plasty.
- **Odpady z chemického zpracování dříví**, celulózarské výluhy.
- **Použité dříví**, železniční pražce, nábytek (i čalouněný), palety, přepravky, dřevěné obaly, použité stavební dříví – bednění a lešenářské podlážky) a materiály z demolic (okna, dveře, podlahy – včetně lepidel, barev, kovů a plastů).

**Použité materiály**, zejména papír, nevhodný z různých důvodů k recyklaci.

**Čistírenské kaly**, charakterizované vysokou vlhkostí, a proto použitelné k přímému spalování jen po odvodnění a v určitých topeništích. Alternativně použitelné pro anaerobní fermentaci.

### 23.3. Legislativa vztahující se k energetickému využívání biomasy

Za biomasu se považuje jakákoliv hmota organického původu, vyprodukovaná rostlinnými či živočišnými organismy. Energetickou biomasu zmiňuje česká legislativa ve dvou vyhláškách

- **Vyhláška č. 482/2005 Sb.**, o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy
- **Vyhláška č. 5/2007 Sb.**, kterou se mění vyhláška č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy.

Biomasa se podle těchto vyhlášek dělí na **skupiny**

1. **Cíleně pěstovaná energetická biomasa** (pro anaerobní fermentaci, spalování a zplynování), tj. cíleně pěstované energetické plodiny jednoleté, dvouleté, víceleté; obiloviny a olejnin pro energetické využití (celá nadzemní hmota); cíleně pěstované energetické dřeviny.

2. **Biomasa neobsažená ve skupinách 1, 3, 4**; využitelná pro anaerobní fermentaci a procesy termické přeměny (anaerobní fermentaci, spalování a zplynování), tj. sláma obilovin a olejnin, zrno obilovin ne-

vhodné pro potravinářské využití, ostatní části rostlin k energetickým účelům, invazní a expanzivní druhy vyšších rostlin, zbytková biomasa z průmyslu (pivovary, pekárny, lihovary, zpracování ovoce a zeleniny, praní a čištění, textilního a kožedělného průmyslu), travní hmota a biomasa z údržby zeleně, zbytková dřevní hmota do tloušťky max. 7 cm a délky 1 m, použité dřevo a dřevní materiály, energetický kompost, čistírenské kaly, odpadní papír a lepenka.

3. **Materiálově nevyužitelná biomasa** (biomasa pro spalování a zplynování), tj. piliny, hobliny, štěrky, odřezky a zbytky z dřevozpracujícího průmyslu, palivové dřevo.

4. **Biomasa pro anaerobní fermentaci a procesy termické přeměny** (pro anaerobní fermentaci, spalování a zplynování), tj. zbytkové oleje a tuky, výpalky a rostlinné zbytky z lihovarů a pivovarů, alkoholy vyráběné z biomasy, ostatní kapalná biopaliva, kůra.

5. **Biomasa výhradně pro anaerobní fermentaci** - biomasa z živočišného průmyslu, kaly, masokostní moučka, kafilerní tuk, tuhé a kapalné živočišné exkrementy, znečištěná sláma z živočišného průmyslu, zbytky z kuchyní a stravoven, biologicky rozložitelná část vytríděného průmyslového a komunálního odpadu.

**Lesní dendromasu** (dle vyhlášky č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy) tvoří

- palivové dříví
- zbytky z lesního hospodářství: např. nekomerční dříví z prořezávek a probírek; zbytky po těžbě dříví – vršky stromů, větve, odřezky; asimilační orgány a plodnice – listí, jehličí, šišky
- odpady z průmyslu zpracování dříví.

**Kůra** může být jak zbytkem z lesního hospodářství, tak odpadem z průmyslu zpracování dříví.

Lesnický hospodařící subjekt a zpracovatelé dříví vnímají jako významné tyto druhy energeticky využitelné biomasy (bez rozlišení skupin dle vyhlášky 482/2005 Sb.)

- zbytková biomasa z těžby dřeva (probírek, prořezávek); biomasa travin, větví, pařezů, stromů z údržby zeleně (železniční tratě, komunikace, vodoteče parky); paliva z této biomasy vyrobená
- piliny, hobliny, odřezky a dřevo nevhodné pro materiálové využití, kůru a další zbytky z průmyslového zpracování dřeva, dřevotřískových desek a dých ve smyslu vedlejšího produktu či zbytkové hmoty, použité dřevo, použité výrobky ze dřeva a dřevěných materiálů, dřevěné obaly, při splnění ostatních požadavků a dále biopaliva z nich vyrobená
- cíleně pěstované energetické dřeviny, jejich vedlejší a zbytkové produkty a biopaliva z nich vyrobená, včetně vedlejších a zbytkových produktů z jejich zpracování
- zbytková dřevní hmota vznikající při výrobě celulózy a biopaliva z ní vyrobená.

**Možnosti odnímání těžebních zbytků z lesů** řeší **zákon č. 289/1995 Sb.**, ze dne 3. listopadu 1995 o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (Lesní zákon) v hlavě III., § 19 Užívání lesů, odstavec 1., který uvádí: „Každý má právo vstupovat do lesa na vlastní nebezpečí, sbírat tam pro vlastní potřebu lesní plody a suchou na zemi ležící klest. Při tom je povinen les nepoškozovat, nenarušovat lesní prostředí a dbát pokynů vlastníka, popřípadě nájemce lesa a jeho zaměstnanců.“. Nepřímo se odnímáním těžebních zbytků zabývá i **vyhláška 84/1996** Ministerstva zemědělství, ze dne 18. března 1996, o lesním hospodářském plánování. **Zákon České národní rady č. 114/1992 Sb.**, o ochraně přírody a krajiny z 19. února 1992 se sice taxativně odnímáním těžebních zbytků z lesních porostů nezabývá, ale všeobecně je bohužel účelově aplikován pro utlumení produkční funkce krajiny. Důvodně lze proto předpokládat, že bude nadále používán jako obstrukční – např. požadováním hodnocení vlivu na životní prostředí dle standardu EIA. V ČR zatím neexistuje všeobecně akceptovaný systém umožňující zhodnotit rozsah dopadů odběru biomasy z lesních ekosystémů na kvalitu půdy, ochranu zdrojů vody, zachování produkční schopnosti půdy a biologickou rozmanitost. Dosud známé výstupy obsahují kvantifikaci lesních těžebních zbytků vhodných pro energetické využití a klasifikaci území ČR z hlediska rizika odběru lesních těžebních zbytků (ve třech stupních rizika: od přijatelnosti odběru přes omezený odběr až po nepřijatelné riziko odběru). Protože pro objektivní limitování rizik odběru lesních těžebních zbytků z lesního ekosystému neexistují exaktní podklady, vznikly omezující limity jen na základě konsensuální dohody, a proto existuje důvodná obava, že

výstupy mohou sloužit k tlaku na omezení odběru lesních těžebních zbytků nad rámec lesního zákona i uzací Evropské unie.

Od roku 2005 se začal ÚHÚL zabývat hodnocením zdrojů lesní biomasy pro energetické účely, a tak postupně vznikla dynamická metodika, která na základě dat z datového skladu ÚHÚL a dalších parametrů kalkuluje nejen potenciální objemy dostupných lesních těžebních zbytků (LTZ), ale také slouží k posouzení vhodnosti lokalit pro sběr, míry rizika a energetické náročnosti technologických procesů. Výsledky jsou využívány pro strategické rozhodování v rámci dotčených resortů, ale nemají charakter závazné směrnice. Např. z projektu **Analýza a výsledná kvantifikace využitelné lesní biomasy s důrazem na těžební zbytky pro energetické účely, při zohlednění rizik vyplývajících z dopadu na půdu, koloběh živin a biologickou rozmanitost**, čj. 30692/ENV/2009; 2007/610/2009, z roku 2009, vyplývá, že pro sběr lesních těžebních zbytků pro výrobu energie je v ČR vhodných asi 60 % pozemků určených k plnění funkcí lesa, ale že i na těchto pozemcích je nutno ponechávat minimálně 20 % LTZ k zetlení (kromě pařezů, kořenů a asimilačního aparátu). Projekt **Analýza energetické bilance, efektivity a logistiky zpracování lesních těžebních zbytků pro energetické využití**, čj. 44892/ENV/10; 705/640/10, z roku 2010, hodnotil energetickou účinnost sběru klestu a výroby lesní biomasy pro energetické využití. Cílem projektu bylo stanovení energetické bilance a efektivity výroby lesní biomasy pro energii, vycházející z různých variant technologických řetězců. Hodnocení vlivu technologií těžby a zpracování dřevní suroviny na životní prostředí vycházelo z LCA (hodnocení životního cyklu) a energetického auditu. Součástí projektu bylo i zhodnocení terénních podmínek, dostupnosti, a využitelnosti lesní dopravní sítě při využívání lesních těžebních zbytků v ČR v závislosti na analýze zastoupení terénních typů dle míry rizika odběru těžebních zbytků po mýtní těžbě. Koeficient čisté energetické bilance (PER) výroby a dopravy paliva z LTZ se pohyboval mezi 8 až 12 dle zvoleného řetězce. Takto získaný PER se ale kombinuje s finální účinností energetického zdroje, která výsledný koeficient snižuje. Oba materiály (a průběžné informace z činnosti ÚHÚL na tomto úseku) jsou volně k dispozici na <http://www.uhul.cz/>.

### 23.4. Jednotky a přepočty užívané v energetickém využívání dřeva

Lesnická praxe většinou pracuje s jednotkami objemu a hmotnosti, ale v energetice je podstatná skutečná energetická výtěž z dodaného paliva. Proto je pro dodavatele i odběratele nutné pochopit, v jakých jednotkách uvažuje jeho obchodní partner. K nedorozuměním dochází při obchodních jednáních, kdy nabízející očekává stále stejnou cenu za jednotku hmotnosti či objemu dodávky dříví nebo štěpek, zatímco kupujícího zajímá ještě okamžitá vlhkost dodávky, její složení podle dřevin, velikosti frakcí a podílu popelovin. Oboustranně přijatelnou (a spravedlivou) jednotkou proto může být spíše atro tuna (tuna absolutní sušiny), než jakákoliv jednotka objemu či hmotnosti.

Jednotka Sortiment	m <sup>3</sup> kulatina polena	prm štěpiny	prm		sprm	
			palivové špalíky		štěpky	
			urovnané	sypané	G 30	G 50
1 m <sup>3</sup> kulatina, polena	1	1,40	1,20	2,00	2,50	3,00
1 prm urovnaných štěpin,	0,70	1	0,80	1,40	(1,75)	(2,10)
1 prm urovnaných palivových špalíků	0,85	1,20	1	1,70		
1 sprm nasypných palivových špalíků	0,50	0,70	0,60	1		
1 sprm lesních štěpek G 30	0,40	(0,55)			1	1,20
1 sprm lesních štěpek G 50	0,33	(0,50)			0,80	1
1 tuna štěpek (G 30) odpovídá při 35 % r.v. přibližně 4 sprm štěpek z jehličnatého dříví (smrk) případně 3 sprm štěpek z listnatého tvrdého dříví (buk)						

(podle ÖNORM M 7132, M 7133)

**Tab. 23.1. Přepočty používané pro energetické dříví**

Pozn.: palivové špalíky jsou délky 25, 33, 50 cm, vlhkost do 20 % r.v.; G 30 znamená štěpky o průřezu 3 cm<sup>2</sup> (jemné, pro malá topeniště), G 50 štěpky o průřezu 5 cm<sup>2</sup> (střední, pro střední topeniště). Existují i štěpky G 100, tzv. velké štěpky o průřezu 10 cm<sup>2</sup>, určené pro velká topeniště.

Lesnická praxe používá při prodeji dříví tyto jednotky:

- **m<sup>3</sup>**, krychlový metr kompaktního dříví, označovaný jako krychlový metr, kubický metr, plnometr, kubík, (v němčině Festmeter – fm, proto i slangové označení pevný metr)



- **prm**, krychlový metr srovnaných polen včetně mezer mezi nimi, označovaný jako prostorový metr, i jako krychlový metr prostorového objemu - m<sup>3</sup> p.o., (v němčině Raummeter - rm)
- **sprm**, (ale i PRMs, SRM), sypaný prostorový metr, volně sypaný krychlový metr, krychlový metr volně nasypných (nesetřesených) rozštípaných polínek, štěpek, hoblin či pilin (v němčině Schüttraummeter – Srm)
- **atro tuna**, tuna absolutně suchého dříví (v němčině Atro-tonne, atro-t).

1 prm pilařských odřezků či krajín (svazkovaných)	0,65 m <sup>3</sup>	
1 sprm pilařských štěpek G 50	0,33 m <sup>3</sup>	150 kg atro (jehličnaté)
1 sprm pilin (do velikosti 5 mm)	0,33 m <sup>3</sup>	140 kg atro (jehličnaté)
1 sprm hoblin	0,20 m <sup>3</sup>	
1 sprm kůry (smrková nedrcená)	0,30 m <sup>3</sup>	130 kg atro

Tab. 23.2. Přepočtová čísla (koeficienty) pro odpady z pilařských provozoven

	m <sup>3</sup>	Kuláče 100 cm, rovnané prm	Štěpiny 100 cm, rovnané do kříže prm	Štěpiny 100 cm, rovnané prm	Rozštípané špalíky 33 cm, rovnané prm	Rozštípané špalíky 33 cm, sypané sprm
<b>Přepočty z 1 m<sup>3</sup></b>						
Buk	1,00	1,70	2,38	1,98	1,61	2,38
Smrk	1,00	1,55	2,07	1,80	1,56	2,52
<b>Přepočty z 1 prm kuláčů</b>						
Buk	0,59	1,00	1,40	1,17	0,95	1,40
Smrk	0,65	1,00	1,34	1,16	1,00	1,63
<b>Přepočty z 1 prm štěpin délky 100 cm</b>						
Buk	0,50	0,86	1,20	1,00	0,81	1,20
Smrk	0,56	0,86	1,15	1,00	0,86	1,40
<b>Přepočty z 1 prm rovnaných rozštípaných špalíků délky 33 cm</b>						
Buk	0,62	1,05	1,48	1,23	1,00	1,48
Smrk	0,64	1,00	1,33	1,16	1,00	1,62
<b>Přepočty z 1 sprm sypaných rozštípaných špalíků délky 33 cm</b>						
Buk	0,42	0,71	1,00	0,83	0,68	1,00
Smrk	0,40	0,62	0,82	0,72	0,62	1,00

(podle REISINGER, HÖLDRICH, HARTMAN, 2010)

Tab. 23.3. Přepočtová tabulka pro kuláče, štěpiny a palivové špalíky

Lesní hospodářská evidence i evidence dříví je vedena v m<sup>3</sup> dříví bez kůry (b.k). Přepočet prm na m<sup>3</sup> b.k. se provádí vynásobením prm převodními čísly, tj. nepojmenovanými čísly, vyjadřujícími podíl objemu rovnaného dříví na m<sup>3</sup>. Tyto koeficienty berou v úvahu tloušťku kůry, tloušťku a křivost polen, a proto jsou různé pro jednotlivé sortimenty. Pro zjednodušení jsou sdružovány do skupin (podrobněji kap. 11.). Uvnitř jediného a téhož sortimentu jehličnatého rovnaného dříví může dojít v závislosti na tloušťce polen při použití jednotného převodního čísla k rozdílu až o 20 % v evidovaném objemu m<sup>3</sup> dříví bez kůry, a u listnatého rovnaného dříví se může rozdíly v evidovaném objemu přiblížit 30 %. Je tak zřejmé, že prm, jako jednotka množství obchodovaného dříví, je poznamenána významnou nepřesností. Dosažení přijatelné přesnosti výpočtů objemu dříví pomocí převodních čísel je podmíněno jejich přiřazením ke konkrétním sortimentům i dřevině (viz tab. 23.4.1. až tab. 23.4.2.4.).

Dřevina	ČSN	Vláknina (délka max. 2 m)	Palivo
SM, JD	48 0055	0,66	0,64
BO	48 0055	0,63	0,64
MD	48 0055	0,63	0,64
BK	48 0056	0,59	0,54
DB	48 0056	0,56	0,54
BŘ, ostatní listnáče měkké	48 0056	0,57	0,54

(podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR, 2002)

Tab. 23.4.1. Převodní čísla pro vlákninu a palivové dříví

Dřevní hmota měřená v kůře kubírovaná bez kůry						
délka	středová tloušťka	SM, JD	BO, MD	BK	DB	BR
ca 1,0 m	polena	0,60-0,65	0,60-0,65	0,54-0,60	0,54-0,60	0,54-0,60
ca 2,0 m	polena	0,63-0,67	0,61-0,64	0,56-0,60	0,54-0,59	0,54-0,60
2,5-3,0 m	polena	0,58-0,66	0,57-0,66	0,54-0,66	0,53-0,58	0,53-0,59
3,1-6,0 m	13-19 cm	0,60-0,64	0,59-0,63	0,53-0,59	0,51-0,58	0,51-0,59
3,1-6,0 m	20-38 cm	0,62-0,66	0,62-0,67	tabulky *	tabulky *	tabulky *
3,1-6,0 m	+38 cm	tabulky *	tabulky *	tabulky *	tabulky *	tabulky *

\* tabulky podle ČSN 48009 „Tabulky podle objemu kulatiny bez kůry podle středové tloušťky měřené v kůře“ (podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR, 2008)

**Tab. 23.4.2. Převodní čísla pro krátké i delší sortimenty dříví**

	Kuláče plm (m <sup>3</sup> )	Kuláče prm	Špalky (25-60 cm)		Štěpka	
			rovnané prm	sypané prm	jemná sprm	hrubá sprm
<b>Polena kuláče</b>						
1 plm kuláče 1 m	1,00	1,40	1,20	2,00	2,50	3,00
1 prm kuláče 1 m	0,70	1,00	0,85	1,40	1,80	2,15
1 prm rovnáný	0,85	1,20	1,00	1,67	2,00	2,50
1 prm sypaný	0,50	0,70	0,60	1,00	1,25	1,50
<b>Štěpka</b>						
1 prm sypaný štěpka (do 20 mm)	0,40	0,55	0,50	0,80	1,00	1,20
1 prm sypaný štěpka (30-150 mm)	0,33	0,47	0,40	0,67	0,85	1,00

Tabulka podle normy ÖNORM M 7132 Energiewirtschaftlich Nutzung von Holz und Rinde als Brennstoff, 1998 (podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR, 2008)

**Tab. 23.4.3. Převodní čísla pro kuláče, špalky a štěpku**

Ostatní materiál	plm (m <sup>3</sup> )
1 prm kles (nehroubí, větve, klest)	0,30-0,40
1 prm pilařské odřezky vázané	0,50-0,65
1 prm piliny volně sypané	0,30-0,36
1 prm hobliny volně sypané	0,18-0,22
1 prm kůra volně sypaná	0,28-0,32

(podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR, 2008)

**Tab. 23.4.4. Převodní čísla pro ostatní materiál z dendromasy**

1,5 m <sup>3</sup> dříví listnatého	1 atro tuna	koeficient 0,66667
2,1 m <sup>3</sup> dříví jehličnatého	1 atro tuna	koeficient 0,47619

(podle ANONYMUS, energetické praxe)

**Tab. 23.5. Orientační přepočít objemu čerstvého dříví na hmotnost absolutní sušiny**

m <sup>3</sup> dříví bez rozlišení jehličnaté, listnaté	0,445 atro tuny
1 atro tuna	1,798 tuny při nespecifikované vlhkosti
1 tuna dříví při nespecifikované vlhkosti	0,556 atro tuny

(podle ANONYMUS, energetická praxe)

**Tab. 23.6. Orientační alternativní přepočty objemu dříví na hmotnost a naopak**

Uživatelské přepočty objemu čerstvého dříví včetně kůry a asimilačních orgánů (při 60 % relativní vlhkosti) na hmotnost absolutní sušiny jsou orientační. Přesnější přepočít je možný přes měrnou hustotu dříví konkrétní dřeviny při konkrétní vlhkosti.

Jednotka	Přepočet
1 cal	4,1868 J
1 kcal	4,1868 kJ
1 000 kcal	4,1868 MJ
1 Gcal/h	1,163 MW
1 Gcal	1,163 MWh = 4 186,8 MJ = 4,187 GJ
1 J	1 Ws = 1/3600 Wh
1 J	0,23885 cal
1 kJ	0,23885 kcal
1 GJ	0,23885 Gcal
1 GJ	0,2778 MWh
1 TJ	10 <sup>6</sup> MJ = 277,8 MWh
1W	1 J.s <sup>-1</sup>
1 Wh	3 600 J
1 W	0,23885 cal.s <sup>-1</sup>
1 kW	0,8598 kcal.h <sup>-1</sup> = 0,86 kcal.h <sup>-1</sup>
1 MW	0,8598 Gcal.h = 0,86 Gcal.h <sup>-1</sup>
1 MWh	3 600 MJ = 3,6 GJ
1 kW	1,359 k (KS, PS, HP koňská síla)
1 k (KS)	0,7355 kW
Mtoe	Milion tonne oil equivalent = 44 x 10 <sup>6</sup> GJ
Quad	10 <sup>15</sup> Btu = 10 <sup>18</sup> J = 293 TWh

Tab. 23.7. V energetice používané jednotky a jejich přepočty

Předpona	Značka	Význam
Kilo	K	10 <sup>3</sup> 1 000
Mega	M	10 <sup>6</sup> 1 000 000
Giga	G	10 <sup>9</sup> 1 000 000 000
Tera	T	10 <sup>12</sup> 1 000 000 000 000
Peta	P	10 <sup>15</sup> 1 000 000 000 000 000
Exa	E	10 <sup>18</sup> 1 000 000 000 000 000 000

23.8. Násobky jednotek a jejich předpony a značky

Pro srovnávání jednotlivých paliv s odlišnou výhřevností byla stanovena srovnávací jednotka, **tuna měrného paliva** (tmp), vůči které se paliva podle výhřevnosti přepočítávají. Za měrné palivo byl zvolen antracit s výhřevností 7000 kcal.kg<sup>-1</sup>. Proto se v němčině tato jednotka označuje jako Steinkohleeinheit (SKE) a v angličtině jako ton coal equivalent. Od ní se odvozuje vztah

$$1 \text{ tmp} = 29,31 \text{ GJ}$$

$$1 \text{ tmp} = 8,141 \text{ MWh}$$

Přepočet tun skutečného paliva na tony měrného paliva se provádí podle vzorce

$$\text{tmp} = \text{tuny skutečného paliva} \times \frac{\text{výhřevnost skutečného paliva}}{\text{výhřevnost měrného paliva}}$$

V topenářské praxi se používá termín 1 tuna páry (1 tp). Přepočet této jednotky není však zcela jednoznačný, protože záleží na tlaku a teplotě páry, míře využití tepla kondenzátu a délce parovodu. Pro orientaci lze pro středotlakou páru, jejíž kondenzát bude vychlazen na 40 °C, použít přibližného vztahu dle tab. 23.9.

<b>1 tp</b>	<b>= 0,65 Gcal</b>	<b>= 0,756 MWh</b>	<b>= 2,7214 GJ</b>
z toho platí zpětně			
1 Gcal	= 1,53846 tp		
1 MWh	= 1,32275 tp		
1 GJ	= 0,36746 tp		

Tab. 23.9. Přepočet 1 t středotlaké páry

### 23.5. Charakteristika spalovacího procesu dřeva

Spalovací proces dřeva probíhá ve čtyřech fázích

- sušení (odpařování vody z paliva)
- pyrolýza (uvolňování plynné složky paliva)
- spalování plynné složky paliva (hoření plynných složek ve vznosu)
- spalování pevných látek (dohořívání pevného uhlíku na roštu).

Při zahřívání dřeva se nejprve odpařuje voda. Poté se dodávaným teplem uvolňuje spalitelný plynný podíl paliva, a po dosažení zápalné teploty a při dostatečném přísunu kyslíku se hořlavé plyny vznítí a začne se uvolňovat spalné teplo. To dále snižuje vlhkost paliva a uvolňuje další spalitelný plyn. Spalovací proces se udržuje, pokud není dřevo příliš vlhké, a je-li přiváděn dostatek kyslíku. Uhlík zůstává v pevné formě na roštu a povrchově se okysličuje na oxid uhelnatý (CO), který dalším dodáváním kyslíku oxiduje na oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>). Při rovnoměrném dávkování paliva a dostatečném dodáváním kyslíku probíhají všechny čtyři fáze současně a teplo se vytváří rovnoměrně.

Palivo	Zplyňující látky	Pevný uhlík	Popel
	%	%	%
Bukové dřevo	81,3	18,1	0,6
Rákos	73,4	21,4	5,2
Energetické traviny	70,3	21,4	8,2
Obilní sláma	70,7	22,0	7,2
Dřevotřískové desky	73,4	25,3	1,3

(podle SCHWARZ, KELLER, 1993)

**Tab. 23.10. Podíl uhlíku, zplyňujících látek a popela v některých palivech**

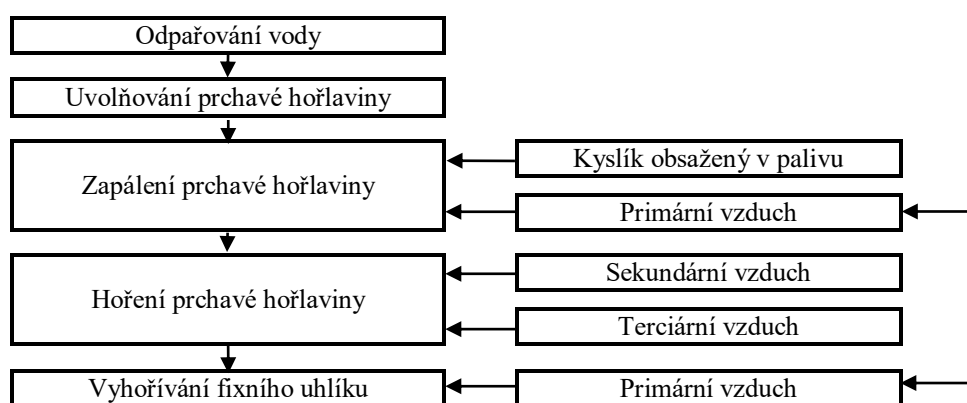
Průběh spalování dřeva je odlišný od fosilních paliv, protože má na rozdíl od nich vyšší obsah vody (která se před vzplanutím odpaří) a nehoří na roštu, nýbrž ve vznosu mezi rostem a komínem (hovoří se o „dlouhém plameni“ dřeva), kdy hoří 75-85 % pyrolýzou uvolněných hořlavých plynných látek. Rozdílný podíl zplyňujících látek ve dřevě a travinách působí technické obtíže při optimalizaci dávkování primárního a sekundárního vzduchu při požadavku na společné spalování dříví a travin (slámy). U spoluspalování dříví a uhlí jsou nároky na optimalizaci spalovacího procesu ještě vyšší, protože u biopaliv a fosilních paliv je rozdíl podílu zplyňujících látek a pevného uhlíku (hořícího na roštu) ještě markantnější.

Charakteristika spalování dříví přináší i obecné **nevýhody**, kterými jsou pomalejší náběh na plný výkon i pomalejší odstávka topeniště a menší rozsah regulace výkonu topeniště ve srovnání s topeništi na fosilní paliva. Proto se topeniště na dříví nehodí jako špičkový zdroj, ani jako topeniště s cyklickým provozem (s častým vyhasínáním a opětovným zatápěním). Menší možnost regulace výkonu se řeší akumulací nádržemi (u malých a středních topenišť) a tandemovými (kaskádovými) topeništi v případě vyšších výkonů. Větší rozsah regulace fosilních paliv souvisí s tím, že jednoduché omezení přívodu vzduchu pod rošt sníží výkon topeniště. Pokud se však omezí přívod vzduchu do topeniště na dříví, proces zplyňování se zastaví, dříví místo hoření dehtuje a oheň zhasíná. Přitom se do ovzduší uvolňují škodlivé produkty nedokonalého spalování.

Z průběhu spalování vyplývají **zásady konstrukce topenišť** na dřevo

- Pod rošt se přivádí jen menší část kyslíku, která je potřebná pro okysličení pevných zbytků paliva na roštu. Tento primární vzduch představuje obvykle 40 % objemu celkově dodávaného vzduchu.
- Větší část kyslíku se přivádí do prostoru za rošt, do proudu pyrolýzou uvolňovaných hořlavých plynů. Tento sekundární vzduch představuje obvykle 60 % objemu celkově dodávaného vzduchu. Pro lepší promíchání hořících plynů s kyslíkem bývá sekundární vzduch dodáván nadvakrát. Druhý vstup bývá nazýván vzduchem terciárním, přestože je z hlediska procesu hoření stále vzduchem sekundárním.
- Prostor nad a za rostem nemůže být výměníkem tepla, ale je prostorem udržujícím žár (s vyzdívkou odolávající teplotám až 1200 °C). Aby nedocházelo k opožděnému dohořívání plynů v komíně, a tím ke ztrátám účinnosti topeniště, nežádoucímu složení kouřových plynů a k tepelné destrukci komínového tělesa, musí být čas prodlevy hořících plynů v tomto prostoru 0,5-0,8 s. Proto musí být tato část topeniště prostorná, s případnými žebry působícími turbulenci a

zpomalení hořících plynů. V topeništích o výkonu nad 1 MW dosahuje rychlost proudění hořících plynů až 180 km/h, tj. až 50 m/s, výsledkem čehož je délka plamene cca 5 m, a proto mají tyto prostory výšku až 8 m. Technicky dokonalá topeniště na spalování biomasy jsou proto rozměrnými zařízeními, což je třeba brát v úvahu při náhradě topenišť na uhlí ve stávající zástavbě. Efektivní a z hlediska čistoty ovzduší neškodné spalování dříví je možné pouze ve speciálních topeništích a nikoliv v topeništích konstruovaných pro uhlí, u kterých nehraje sekundární vzduch významnou roli. V topeništích na uhlí je sice spalování dříví technicky možné, ale spojené s nízkou účinností a s emisemi produktů nedokonalého spalování. Kompromisním řešením může být v případě, kdy je k dispozici funkční topeniště na uhlí, použití **předtopeniště**. Původní topeniště pak slouží jen jako výměník tepla a spalování dříví probíhá v předtopeništi, které je postaveno před topeniště původní, a je do něj zaústěno. Není to řešení ideální, ale přináší úsporu investičních prostředků. Obecně platí, že **výkon topeniště** je tím vyšší, čím je vstupní materiál sušší, čím větší povrch materiálu hoří (proto se některé dřevní brikety vyrábějí s vnitřním otvorem, zvětšujícím jejich povrch) a čím více materiálu hoří současně. Z těchto zásadních závislostí se odvíjí konstrukce topenišť i příprava materiálu ke spalování.



Obr. 23.1. Schéma průběhu spalování dřeva

### 23.6. Výhřevnost dřeva

Při hoření paliv se za oxidačních procesů uvolňuje teplo, které se u tuhých paliv vztahuje k jeho hmotnosti a udává se v  $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$  (při teplotě  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  a tlaku  $0,1\text{ MPa}$ ). Uvolněné teplo se vyjadřuje jako spalné teplo  $Q_v$ , nebo jako výhřevnost  $Q_n$ . **Spalné teplo**  $Q_v$  je definováno jako množství tepla uvolněné dokonalým spálením paliva (1 kg) při ochlazení spalin na původní teplotu paliva ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), přičemž veškerá pára ve spalinách úplně zkondenzuje – odevzdá úplně své teplo. **Výhřevnost paliva**  $Q_n$  je množství tepla uvolněné z paliva, přičemž vlhkost paliva zůstane ve spalinách spolu s tepelnou energií, nutnou na přeměnu vody ve vodní páru. Hodnota výhřevnosti je proto nižší než spalné teplo, a to o energii potřebnou k ohřevu vody z původní teploty  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  na  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  a skupenské teplo vypařované vody. Tato celková tepelná ztráta je přibližně  $2\,500\text{ kJ}$  na  $1\text{ kg}$  vody, obsažené v palivu. Závislost mezi spalným teplem a výhřevností je dána vztahem

$$Q_n = Q_v - 2\,500 \times m_{\text{H}_2\text{O}} \quad [\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}, \text{nebo } \text{kJ}\cdot\text{m}^{-3}]$$

Efektivní výhřevnost dřeva závisí na jeho okamžité vlhkosti, na dřevině, a poměru celulózy a ligninu. Pryskyřice má vyšší výhřevnost než čisté dřevo, proto je výhřevnost kůry, větví a jehličí mírně vyšší než výhřevnost odkorněného dřeva. Z následující tabulky lze odvodit, že jsou-li energeticky využity stromy až po opadu asimilačních orgánů, je rozdíl výhřevnosti mezi dřevinami nepatrný.

	Bříza	Borovice	Smrk
<b>Kmenové dřevo</b>	$19,0\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	$19,2\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	$19,0\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$
<b>Kůra kmene</b>	$22,3\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	$19,4\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	$19,8\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$
<b>Větve bez zeleně</b>	$20,3\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	$20,2\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	$19,8\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$
<b>Jehličí</b>	-	$21,1\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	$19,8\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$

(podle OLOFSSON, 1975)

Tab. 23.11. Průměrná výhřevnost absolutně suché dendromasy

Tabulkou lze demonstrovat odlišnost chápání lesníka a energetika. Lesník vztahuje výhřevnost dříví k objemu ( $m^3$ , prm) a má pravdu, když tvrdí, že buk má vyšší výhřevnost než smrk, ale energetik vztahuje výhřevnost k 1 kg hmotnosti pevného paliva, a pak není mezi dřevinami významný rozdíl! Laici považují u jehličnatých dřevin za etalon výhřevnost smrk a u listnatých dřevin buk, proto dřeviny s vyšší měrnou hmotností než etalon mají výhřevnost vyšší, a dřeviny s nižší měrnou hmotností nižší. Měrná hmotnost dříví téže dřeviny je závislá na přírodních podmínkách, proto nemusí být měrné hmotnosti dříví z různých států stejné! Např. mezi smrkem z ČR a SR je rozdíl cca 34  $kg/m^3$ .

Kód	Měrná hmotnost dříví	Dřeviny
S 160	do 160 $kg/m^3$	smrk, jedle, topol, vrba
S 200	161-200 $kg/m^3$	borovice, modřín, bříza, olše
S 250	201-250 $kg/m^3$	buk, dub, akát

(podle ÖNORM M 7133)

Tab. 23.12. Rozdělení energetických štěpek podle měrné hmotnosti dřevin, ze kterých jsou vyrobeny

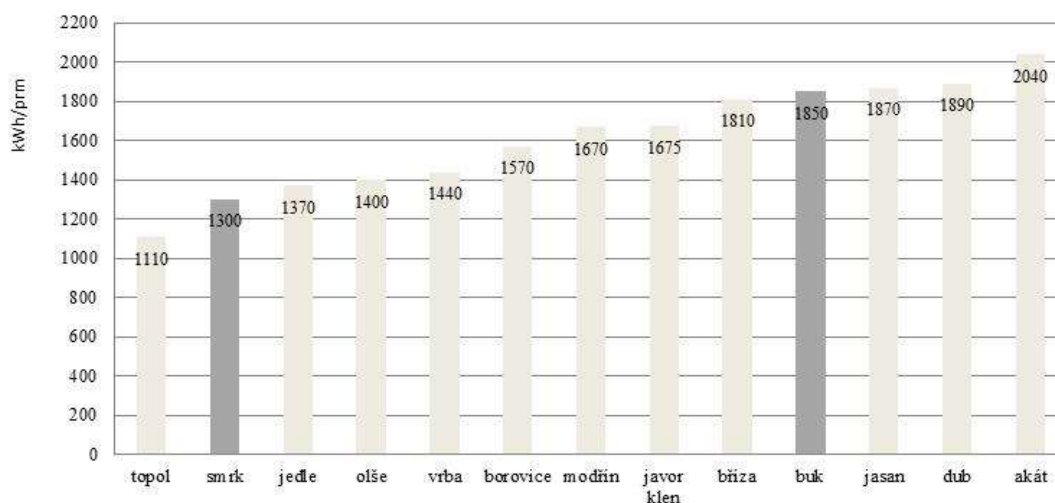
1 prm dříví	≈ 1,75 sprm štěpek
1 $m^3$ dříví	≈ 2,50 sprm štěpek

Tab. 23.13. Vztah mezi objemem vstupního dříví a sypným objemem štěpek

1 sprm smrk/jedle	750 kWh
1 sprm modřín	960 kWh
1 sprm borovice	879 kWh
1 sprm buk/dub	1 057 kWh

G 30 = průřez štěpek 3  $cm^2$ , W 30 = vlhkost 20-30 % r.v.

Tab. 23.14. Výhřevnost štěpek (W 30, G 30) v kWh podle dřevin



Vlhkosti 20 % r.v. odpovídá rozřezané a rozštípané dříví prosychající na vzduchu 2-3 roky

Obr. 23.2. Výhřevnost v kWh/prm při vlhkosti 20 % r.v.



Dřevina	Měrná hmotnost absolutní sušiny kg/m <sup>3</sup>	Index	
Jehličnaté dřeviny			
Borovice	389,778	1,14	↑ výhřevnost vyšší
<b>Smrk</b>	<b>341,394</b>	<b>1,00</b>	<b>Etalon výhřevnosti pro jehličnaté dřeviny</b>
Jedle	278,844	0,82	↓ výhřevnost nižší
Listnaté dřeviny			
Akát	684,066	1,21	↑
Habr	675,851	1,19	↑
Jasan	674,403	1,19	↑ výhřevnost vyšší
Dub	626,600	1,10	↑
Dub cer	587,400	1,04	↑
<b>Buk</b>	<b>567,491</b>	<b>1,00</b>	<b>Etalon výhřevnosti pro listnaté dřeviny</b>
Javor	559,453	0,96	↓
Bříza	530,262	0,93	↓
Osika	476,113	0,84	↓
Jilm	381,469	0,67	↓ výhřevnost nižší
Lípa	381,245	0,67	↓
Olše	356,798	0,63	↓
Topol	274,400	0,48	↓
Vrba	271,128	0,48	↓

(podle SIMANOV, 2010; s použitím BOZDĚCH, ČERNÁK, 1987; OLOFSSON, 1975)

Pro zjednodušení je pro všechny dřeviny uvažována výhřevnost 19,0 MJ/kg absolutní sušiny (Olofsson, 1975)

**Tab. 23.15. Index měrné hmotnosti a výhřevnosti vybraných dřevin**

Z tabulky je zřejmé, že výhřevnost dosažená ze stejného objemu může být proti etalonu až poloviční (příklad buk a vrba), což dokumentuje obtížnou použitelnost objemových jednotek v energetické praxi!

<b>1000 litrů topné nafty</b>	≈ 5-6 prn listnatého palivového dříví
	≈ 7-8 prn jehličnatého palivového dříví
	≈ 10-15 sprm štěpek
<b>1 litr topné nafty</b>	≈ 2,5 kg palivového dříví

**Tab. 23.16. Přepočty při náhradě topné nafty**

Palivo	Výhřevnost	
	MJ/kg	kWh/kg
Lehký topný olej	41,50	11,50
Černé uhlí	≈ 27,60	≈ 7,67
Koks	≈ 29,50	≈ 8,20
Brikety hnědouhelné	≈ 20,20	≈ 5,60
Dříví (20 % r.v.)	≈ 14,40	≈ 4,00

**Tab. 23.17. Výhřevnosti některých paliv**

### 23.7. Vliv vlhkosti na výhřevnost dříví

Při pálení dříví se na jeho vysychání spotřebovává větší podíl energie než u jiných paliv. Protože má vlhkost dřeva velké rozpětí (dříví po pokácení stromu má až 60 % a kůra i přes 65 % relativní vlhkosti, ale dříví proschlé na vzduchu může mít 20 %), má velké rozpětí i jeho efektivní výhřevnost. V praxi se používají **dva způsoby stanovení vlhkosti dřeva**

- (1) absolutní vlhkost (vztažená k absolutní sušině)
- (2) relativní vlhkost (vztažená k původní tj. výchozí hmotnosti dřeva).

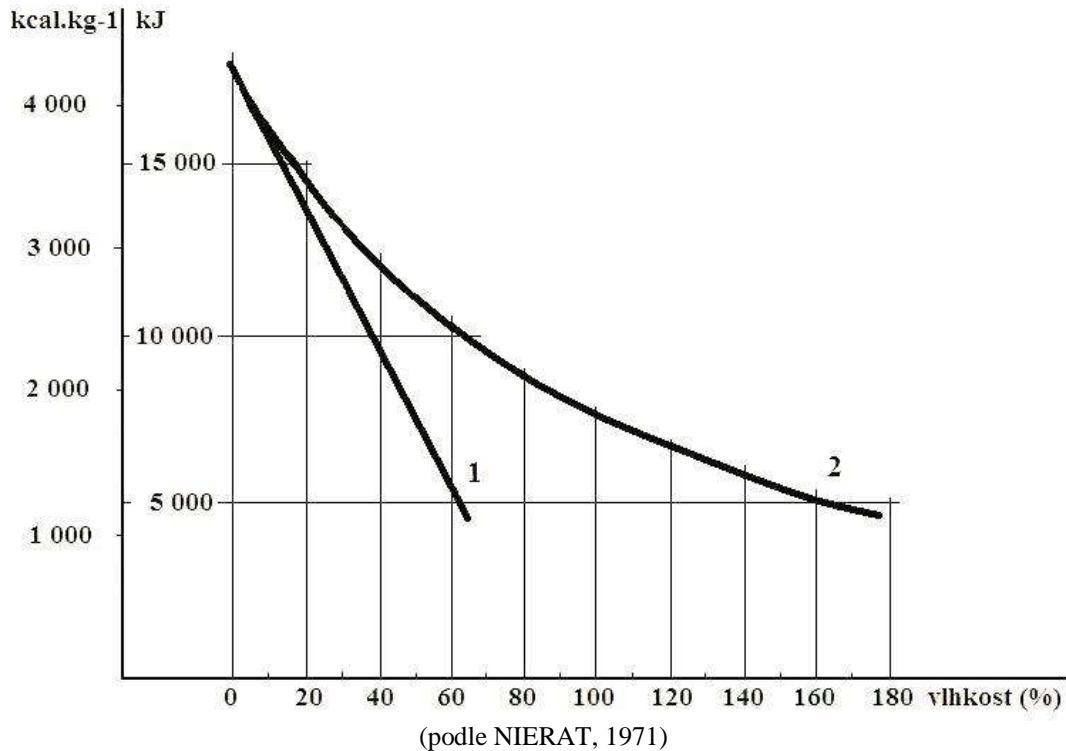
- (1) Obsah vody vztažený k absolutně suché substanci (absolutní vlhkost), používaný při fyzikálních a mechanických zkouškách dřeva

$$w = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} \times 100 (\%)$$

(2) Obsah vody vztažený k původní (výchozí) hmotnosti dřeva (relativní vlhkost), používaný při obchodním styku a pro výpočet efektivní výhřevnosti tuhých paliv

$$w = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \times 100(\%)$$

kde v obou případech je:  $m_1$  hmotnost vzorku před vysušením  
 $m_2$  hmotnost vzorku po vysušení  
 $w$  vlhkost dřeva, hmotnostní podíl v %



**Obr. 23.3. Závislost efektivní výhřevnosti dřeva na jeho (1) relativní, a (2) absolutní vlhkosti**

Z grafu je zřejmé, že při 40% relativní vlhkosti má dříví dvojnásobnou efektivní výhřevnost než při relativní vlhkosti 60 % a že při 20 % relativní vlhkosti je výhřevnost téměř dvojnásobná než při relativní vlhkosti 40 %. Čím je tedy dříví sušší, tím je pro energetické využití vhodnější. (Při použití starých topenišť bez regulace, však tato závislost úplně neplatí. Je-li dříví velmi suché, má neregulovaný proces hoření explozivní charakter a část tepelné energie uniká prostřednictvím horkých kouřových plynů do atmosféry). Při relativní vlhkosti 50 až 60 % je spalování obtížné a účinnost topeniště prudce klesá, při vlhkosti dříví nad 60 % r.v. není efektivní výhřevnost dostatečná pro udržení spalovacího procesu a oheň zhasíná. Tyto poznatky jsou významné pro přípravu dříví k energetickému využití, protože vlhkost čerstvě pokáceného dříví je pro okamžité energetické využití příliš vysoká. Technologické postupy, kdy na těžbu stromů bezprostředně navazuje štěpkování, jsou nevhodné, protože dodatečné snižování vlhkosti štěpek je obtížné. Lepším řešením je štěpkování materiálů na vzduchu proschlých.

Využití těžebních odpadů a stromků z prořezávek a probírek vyžaduje dělený technologický proces, se zařazením časového úseku, kdy v porostu volně rozložené dříví na vzduchu prosychá (v hromadách na odvozním místě), než je štěpkováno a použito jako palivo. Doba potřebná na snížení relativní vlhkosti pod 40 % činí v závislosti na roční době a počasí okolo 3 měsíců. Efektivní je transpirační vysychání, spočívající v tom, že se stromy po pokácení ponechají ve větvích až do úplného opadu jehličí (listí), a teprve pak se štěpkují. Prostřednictvím ponechaného asimilačního aparátu strom sníží vlhkost na méně než 30 % u břízy, 35 % u olše a smrku a 40 % u borovice. U smrku je jednoduchým provozním indikátorem poklesu vlhkosti ztráta jehličí – ihned po těžbě má smrk relativní vlhkost 60 % a při ní má všechny jehlice. Jak klesá vlhkost pokáceného stromu, ztrácí strom jehličí, při polovině jehlic je vlhkost dřeva asi na 35 %.

Stav dříví	Relativní vlhkost	Absolutní vlhkost	Výhřevnost
Dříví ihned po pokácení (waldfrisch)	50-60 %	100-150 %	2,0 kWh/kg = 7,2 MJ/kg
Dříví prosychající od jara do zimy	25-35 %	33-54 %	3,4 kWh/kg = 12,2 MJ/kg
Dříví prosychající rozštípané 2 roky	15-25 %	18-33 %	4,0 kWh/kg = 14,4 MJ/kg
Dříví absolutně suché	0 %	0 %	5,2 kWh/kg = 14,4 MJ/kg

(podle LIENBACHER, HÖBARTH, 2001)

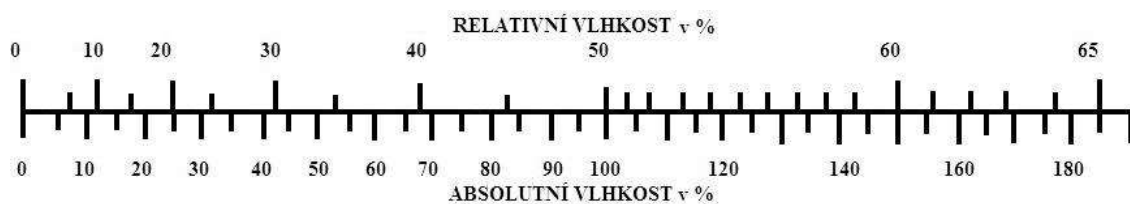
Tab. 23.18. Průběh vlhkosti a výhřevnosti dříví v závislosti na délce doby jeho vysychání

Relativní vlhkost	10	15	20	25	30	35	40	50	60
Absolutní vlhkost	11	18	25	33	43	54	67	100	150

Tab. 23.19. Přepočítání relativní vlhkosti (Wassergehalt) na absolutní (Feuchtigkeit) v %

Absolutní vlhkost	10	20	30	40	50	60	70	80	100	125	150
Relativní vlhkost	9	16	23	29	33	38	41	44	50	56	60

Tab. 23.20. Přepočítání absolutní vlhkosti (Feuchtigkeit) na relativní (Wassergehalt) v %



(podle NĚMEC, 1959)

Obr. 23.4. Orientační převod vlhkosti relativní na absolutní a naopak

Na podzim vlhkost vzduchu vzrůstá, proschlé stromy ležící na zemi absorbují vlhkost zpět, a vlivem sněhové pokrývky může vlhkost dříví dosáhnout až 50 % r.v. Proto by měly být na podzim všechny vytěžené stromy soustředěny, vyrovnány na odvozním místě do co nejvyšších hromad (odvezeny na místo zpracování) a zakryty folií (zakrytí snižuje vlhkost následně vyrobených štěpek o 5-11 % oproti štěpkám z nezakrytého materiálu). Štěpky se skladují pod přístřešky a skladované množství se ještě rozdělují stěnami z drátěného pletiva na menší sektory. Zastřešení zabraňuje zvyšování vlhkosti štěpek dešťovými a sněhovými srážkami, a drátěné pletivo ve funkci bočních stěn umožňuje vstup sušícího vzduchu do hromad. Protože průchod každého 1 m<sup>3</sup> vzduchu odpaří 1 g vody, je tento způsob skladování štěpek přechodem k aktivnímu sušení, při kterém se ještě štěpky převrstvují přehazováním či přehrnováním, nebo se používá nucená ventilace, solární sušení a sušení odpadním i záměrně dodávaným teplem.

Kód	Rozpětí relativní vlhkosti	Označení
W 20	do 20 %	vzduchosuché štěpky
W 30	20–30 %	skladování schopné štěpky
W 35	30–35 %	omezeně skladovatelné štěpky
W 40	35–40 %	vlhké, neskladovatelné štěpky
W 50	40–50 %	v těžební vlhkosti, neskladovatelné štěpky

(podle ÖNORM M 7133)

Tab. 23.21. Rozdělení energetických štěpek podle relativní vlhkosti

### 23.8. Obsah popelovin

Ve srovnání s jinými pevnými palivy má dřevo (pelety, brikety) hmotnostní podíl popela nízký (0,5-1,6 %), což z 1 m<sup>3</sup> dřeva představuje 3-5 kg popela. Spečeniny (škvára) se nevytvářejí s výjimkou spalování pařezů a kořenů, ve kterých jsou minerální příměsi, stejně jako při spalování kůry znečištěné zeminou a blátem, či při spalování použitého stavebního dříví a materiálu z demolic. Popel po spálení dříví obsahuje živiny a stopové prvky – průměrné hodnoty jsou P 2,5 %, K 7 %, Ca 21 %, Mg 3 %. Proto není roštový popel po spálení dřeva rizikovým odpadem, ale může být použit jako hnojivo. Rizikovým odpadem může být úletový popílek, který proto nesmí být míchán s roštovým popelem a musí být ukládán zvlášť. S popelovinami souvisí čištění teplosměnných ploch v topeništích, jejichž zanášení úletovým popílkem a sazemi, zvyšuje teplotu kouřových plynů a spotřebu paliva. Čištění topenišť je proto třeba věnovat dostatečnou pozornost.

<b>Tloušťka izolační vrstvy popílku a sazí v mm</b>	0,5	1	1,5	2	2,5	3
<b>Zvýšení spotřeby paliva v %</b>	2	4	6	8,5	10,5	13

Tab. 23.22. Vliv tloušťky sazí a úletového popílku na teplosměnných plochách topeniště na spotřebu paliva

### 23.9. Potřeba skladovacích prostor a kalkulace roční spotřeby paliv

Při přechodu z vytápění kapalnými či pevnými palivy na vytápění dřevem narůstají požadavky na skladovací prostory. Ve srovnání s hnědým uhlím se skladovací prostor pro štěpky zvyšuje na trojnásobek, ve srovnání s černým uhlím na 7,5 násobek. Nárůst skladovacích prostor lze kompenzovat cyklickým zásobováním kotelny, což zvyšuje nároky na organizaci výroby a distribuce štěpek. Předzásobením se neprovádí ve štěpkách, ale v materiálu ke štěpkování. A to proto, že se štěpky při dlouhodobém skladování rychle rozkládají činností živých parenchymatických buněk, chemickým oxidací, hydrolýzou celulózových komponentů v kyselém prostředí a biologickou aktivitou bakterií a hub. Přitom dochází ke ztrátě objemu štěpek a zvyšování jejich vlhkosti až na 230 % absolutní vlhkosti. Doporučovaná lhůta spotřeby štěpek je do 15 dnů od jejich výroby a za nejdelší lhůtu se považují 3 měsíce. Při manipulaci se štěpkami uloženými déle než 1 měsíc je nutné jako ochranu před houbovými záněty plic způsobovanými výtrusy hub používat respirátory. Rozkladné procesy jsou zpočátku pozvolné, ale od druhého do pátého měsíce dosahují objemové ztráty až 5,5 %, a poté se stabilizují mezi 2,5-3,3 % měsíčně. Při skladování přes půl roku mohou činit objemové ztráty více než 30 %, což již není skladování, ale kompostování. Předzásobením se proto vytváří zásadně v materiálu ke štěpkování, a nikoliv v hotových štěpkách, protože podle údajů z Finska (HAKKILA, 1992) se objemové ztráty dříví v zakrytých hromadách pohybují jen do 0,2 %, a v nezakrytých hromadách kolem 1 %. Štěpkuje se tedy až před spalováním štěpek, a to podle potřeby i ve vícesměnném provozu.

		Měsíce skladování							
		0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Ztráta objemu</b>	%	0,0	3,0	5,5	5,5	5,5	5,5	3,0	3,0
<b>Kumulovaná ztráta objemu</b>	%	0,0	3,0	8,5	14,0	19,5	25,0	28,0	31,0
<b>Skutečný objem</b>	%	100,0	97,0	91,5	86,0	80,5	75,0	72,0	69,0

(podle HAKKILA, 1984)

Tab. 23.23. Objemové ztráty štěpek při jejich dlouhodobém skladování

<b>Energetická spotřeba budovy v kW x 2,5</b>	= sprm jehličnatých štěpek (G30, W30) ročně
<b>Energetická spotřeba budovy v kW x 2,0</b>	= sprm listnatých tvrdých štěpek (G30, W30) ročně
<b>Energetická spotřeba budovy v kW x 0,7- 0,9</b>	= sprm pelet

Zásoba se doporučuje ve výši 1,5 násobku roční spotřeby

Tab. 23.24. Roční spotřeba paliv odvozená od energetické spotřeby budovy

### 23.10. Vytápění dřívím, topeniště pro spalování dřeva

Pokud se u centrálního zdroje vytápění nahrazuje topeniště na pevné, kapalně či plynné palivo topeništěm na dříví, neřeší se rozvody tepla, pokud jsou v dobrém technickém stavu a mají přijatelné ztráty. V ostatních případech je nutné vypočítat tepelné ztráty a posoudit efektivnost investic do rozvodů tepla. Větší naděje na teplofikaci rozvody tepla z jednoho zdroje je, pokud se jedná o více vytápěných objektů těsně u sebe. V obci může být účelné, některé excentricky umístěné objekty z teplofikace vyjmout.

	Výkon kotle podle	
	obytné plochy kW/m <sup>2</sup>	obestavěného prostoru kW/m <sup>3</sup>
<b>Stará zástavba</b>	0,150 – 0,220	0,058 – 0,085
<b>Standardní domy</b>	0,10 – 0,130	0,038 – 0,05
<b>Energeticky úsporné domy</b>	0,055 – 0,07	0,021 – 0,027
<b>Nízkoenergetické domy</b>	0,04 – 0,05	0,015 – 0,021

(podle ÖNORM M 7550, ÖNORM B 8135, EN 304)

Tab. 23.25. Zjednodušené stanovení nominálního výkonu topeniště

*Příklad: Domek s obytnou plochou 130 m<sup>2</sup>, postavený v roce 1970, výpočet: 130 x 0,13 = 16,9 kW ≈ vyhoví kotel s nominálním výkonem 17 kW.*

Od požadovaného výkonu topeniště se odvíjí jeho optimální typ a druh paliva. Pro nejmenší odběry tepla v nízkoenergetických stavbách a malých bytech (do výkonu 10-15 kWh) jsou **vhodná topeniště** na pelety, u kterých lze plynule a jemně regulovat výkon s komfortem obsluhy, srovnatelným s topeništi na plyn, a kterým nevádí cyklický provoz (vyhasínání a opětné zatápní). Pro střední odběry tepla, charakterizované vytápěním jednoho až čtyř bytů či malých provozoven (výkon do 50 kWh) vyhoví topeniště na kusové dříví (palivové špalíky), jako jsou krby, teplovzdušná topeniště, kachlová a zplynovací kamna s regulačními prvky. Pro tuto výkonovou kategorii jsou sice k dispozici i topeniště na štěpky, ale jejich dávkovací zařízení jsou relativně nákladná a náročná na spotřebu elektřiny (v poměru k výkonu topeniště) a vybavení regulačními prvky je neúměrně zdražují. Proto je lze doporučit jen v případech, kdy je k dispozici vlastní zdroj paliva (štěpky z dřevařské provozovny).

Za připomenutí stojí, že optimalizace hoření malého množství štěpek je technicky velice náročná, a proto ani do budoucna nelze očekávat, že by vývoj topenišť na štěpky směřoval k malým výkonům. Až u větších topenišť je použití štěpek ekonomicky a technicky optimální. Ve všech případech je u bytových domů problémem nerovnoměrný odběr tepla. V našich klimatických podmínkách je délka topného období 230 dnů, což znamená 135 dnů odstávky. Plné využití výkonu topeniště je obvyklé jen v délce 2,6 % topného období, a využití na 60 % a více (optimální režim) je běžné jen po 56,5 % topného období. Po cca 40 % délky topného období je tedy topeniště využíváno v suboptimálním režimu, nebo musí být zásobené teplem řešeno jinak (topeništi plynovými).

### 23.10.1. Topeniště na kusové dříví

Topení kusovým dřívím je obvyklé v malých topeništích a teplovodních kotlech rodinných domů. Při jejich pořizování se chybí v tom, že se pro jistotu pořídí topeniště příliš vysokého výkonu, a protože je provoz na snížený výkon spojený s dehtováním kotle a jeho rychlou korozi, nebývá zkušenost s těmito topeništi nejlepší. Přitom stačí volba topeniště přiměřeného výkonu (topeniště na dříví snáší lépe přetížení, než regulaci pod optimální mez), a zařazení akumulární nádrže na teplou vodu do otopného systému. Pak se vytápí v optimálním režimu do dosažení požadované teploty v celém objektu a zahřátí obsahu akumulární nádrže. Poté se nechá topeniště vyhasnout, a objekt se vytápí z akumulární nádrže. Po poklesu teploty v objektu se obnoví cyklický provoz topeniště.

<b>Na každý kW instalovaného výkonu topeniště min. 55 l</b>	Příklad: topeniště 20 kW 20 x 55 = 1100 litrů objem nádrže
<b>Osmnásobek objemu vody v teplovodním kotli</b>	Příklad: objem vody v kotli 140 l 8 x 140 = 1120 litrů objem nádrže
<b>Čtrnáctinásobek objemu vody v teplovodním kotli</b>	Příklad: objem vody v kotli 140 l 14 x 140 = 1960 litrů objem nádrže

Poznámka: Poslední způsob výpočtu zaručuje nejvyšší uživatelský komfort

**Tab. 23.26. Dimenzování akumulární nádrže na teplou vodu v topném systému**

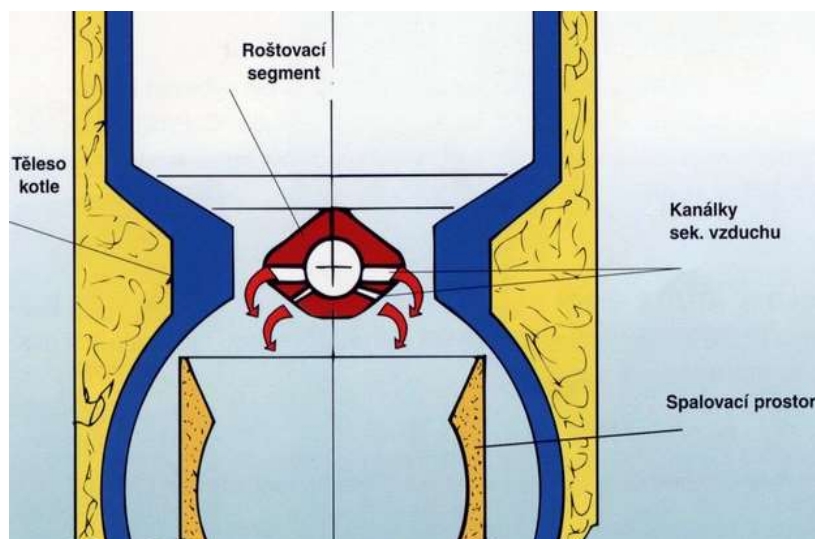
Dimenzování akumulární nádrže podle EN 303-5

$$V_{sp} = 15 \times T_b \times Q_N \times \left( 1 - 0,3 \times \frac{Q_H}{Q_{min}} \right)$$

kde:  $V_{sp}$  = objem akumulární nádrže v litrech  
 $T_b$  = doba hoření v hodinách při jmenovitém zatížení (v závislosti na palivu)  
 $Q_N$  = jmenovitý výkon kotle v kW  
 $Q_H$  = tepelná ztráta budovy  
 $Q_{min}$  = minimální výkon kotle v kW (při částečném zatížení)

*Příklad: Parametry:  $Q_H = 15$  kW,  $Q_N = 20$  kW,  $T_b = 8$  hod.,  $Q_{min} = 10$  kW; výpočet:  $15 \times 8 \times 20 \times (1 - 0,3 \times 1,5) = 2400 \times 0,55 = 1320$  litrů*

Pro zvýšení účinnosti a komfortu obsluhy mají malá topeniště jednoduchá zařízení regulující primární a sekundární vzduch v závislosti na provozní teplotě. Pro zvýšení účinnosti zlepšují výrobci výměníky tepla a kvalitu izolačních materiálů. Někdy slouží výměníky tepla pro predehřívání primárního a sekundárního vzduchu, případně pro teplovzdušné vytápění. Prvky teplovzdušného vytápění jsou používány u krbů a krbových kamen, čímž se jejich účinnost proti klasickým typům zvyšuje. K obnovení zájmu o kusové palivové dříví přispěl i módní trend kachlových kamen, u kterých působí hmota kamen jako akumulátor tepla, takže jejich provoz může být obdobně cyklický, jako provoz topenišť s akumulací nádrží.



Obr. 23.5. Topeniště se žárovou hlavou (zplynovací topeniště)

Běžným typem topeniště pro malé výkony je **topeniště se žárovou hlavou**, což je kombinace pevného roštu s gravitačním přísunem dříví shora, kdy je sloupec předsušeného dříví rozdělen nad pevným roštem klínovou žárovou vložkou na dva proudy. Žárová vložka z litiny se vlivem hoření dříví na roštu rozžhaví, a na jejím povrchu potom probíhá pyrolýza předsušeného dříví. Uvolněné plyny jsou odváděny kanálem pod žárovou vložkou do prostoru sekundárního spalování, do kterého je přiváděn sekundární vzduch. Pro tato topeniště bez pohyblivých součástí, patří mezi nejjednodušší konstrukční řešení topenišť, se používá obchodní označení zplynovací, nebo dřevoplynové kotle. Jednoduchost jejich konstrukce je vykoupena menšími možnostmi automatizace přísunu dříví a optimalizace procesu spalování. Při použití tohoto typu topeniště pro pálení štěpek dochází k vytváření klenby, což způsobuje nerovnoměrnost spalování až přerušení hoření. Kusový dřevní odpad lze někdy spalovat jako přídatné palivo ve velkých topeništích na štěpky, ale hoření musí být stabilizováno štěpkami a pro vřazování kusového dříví musí být do topeniště vhodně dimenzovaný otvor.

### 23.10.2. Topeniště na štěpky

Pro nižší výkony je typické **topeniště s podsuvným roštem**, do kterého jsou štěpky dávkovány šnekovým dopravníkem pod rošt, přes který jsou vytlačovány vzhůru, kde shora odhořívají. Výkon topeniště je dán množstvím hořících štěpek, a reguluje se tak otáčkami šnekového dopravníku. Prohoření štěpek do podávacího dopravníku brání princip dávkování paliva – hořící štěpky jsou odhrnovány novými štěpkami. V případě poruchy funguje tepelné čidlo, které při překročení nastavené teploty otevře přívod vody a podávací dopravník zaplaví vodou. Princip podávání paliva je bohužel velmi citlivý na nadrozměrné kusy paliva (tríscky) a na cizorodé příměsi (kameny). Požadavek na homogenitu a čistotu štěpek se proto blíží technologickým štěpkám.

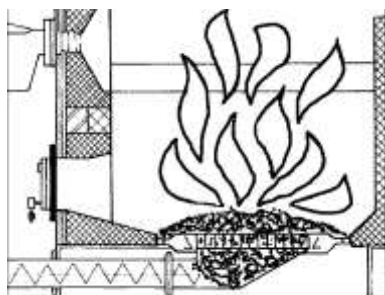
Pro větší výkony se používají **topeniště se šikmým roštem**, jejichž výhodou je, že štěpky odhořívají na nakloněné rovině z ohnivzdorného materiálu, a proto jsou tato topeniště necitlivá na nadrozměrné frakce a cizí příměsi. Jsou použitelné pro pařezové dříví, bednění ze staveb, dříví z demolice i kůru znečištěnou zeminou. Pokud je nakloněná rovina tvořena skutečným roštem, umožňuje spodní přístup vzduchu intenzivnější odhořívání spalovaného materiálu, ale jeho případné spékání na roštu postupně snižuje přístup vzduchu k hořícímu materiálu a výkon topeniště klesá. Pro jeho udržení je nutné



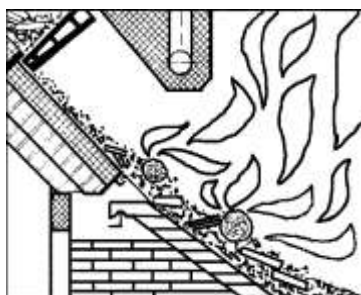
pravidelné čištění roštu, které vyžaduje odstávku topeniště a je obtížné. Topeniště se šikmým roštem mohou mít možnost vhažování nadrozměrných kusů dříví samostatným vstupem mimo dávkovací zařízení.

Mimo tyto systémy existují topeniště s **pohyblivým roštem a pohyblivými roštnicemi**, plnicími současně funkci dávkovacího zařízení, které se používají pro spalování materiálu o vysoké vlhkosti (naplaveného dříví, čistírenských kalů), protože umožňují jeho postupné předsoušení odpadním teplem před vstupem do spalovacího prostoru. Nevýhodou je citlivost na minerální příměsi, protože jejich spečeniny ztěžují pohyb roštnic, případně je mohou zablokovat, pokud není zařízení dostatečně robustní.

Štěpky lze spalovat i ve **fluidních topeništích** vyvinutých pro spalování hnědého uhlí. Hoření v nich probíhá ve vznosu, při velikosti frakcí 0-10 mm. Proto je před pálením štěpek nutná jejich další desintegrace v kladivovém drtiči, a jejich vlhkost by neměla přesáhnout 50 % r.v. Spalovací proces probíhá ve fluidním loži, což je směs hořících plynů, paliva a inertního materiálu (křemičitého písku) hořících ve vznosu nad roštem. Úlohou inertního materiálu je akumulovat teplo a přispívat k udržení teploty 850 °C ( $\pm 30$  °C) ve spalovacím prostoru. Relativně nízká teplota spalování přispívá k nízké tvorbě  $\text{NO}_x$ .



Obr. 23.6. Topeniště s podsvuným roštem



Obr. 23.7. Topeniště se šikmým roštem



Obr. 23.8. Úložiště energetické štěpky v energetickém velkoprovozu

### 23.10.3. Provoz topenišť

Pro solidní účinnost topeniště je třeba, aby vyhořelo co nejvíce v palivu obsaženého uhlíku. Toho lze dosáhnout hořením za přebytku vzduchu, čímž se i sníží množství nespálených uhlovodíků unikajících do ovzduší. Do komína ale přitom odchází větší objem spalin, což ředí koncentraci škodlivin v kouřových plynech, ale bohužel také snižuje účinnost topeniště vyšším odvodem tepla. **Regulace spalovacího procesu** je založena na vyhodnocování zbytkového množství kyslíku (orientační hodnotou je 8 %  $\text{O}_2$ ) v kouřových plynech. Negativním doprovodným důsledkem snižování podílu uhlíku v kouřových plynech je, že při větším objemu vzduchu, který se zapojí do procesu hoření, vzrůstá obsah  $\text{NO}_x$  v kouřových plynech. Proces optimalizace hoření je proto nastaven tak, aby se regulací přísunu vzduchu snižoval obsah nespáleného uhlíku v kouřových plynech až do doby, než začne v kouřových plynech neúměrně narůstat podíl  $\text{NO}_x$ . Po přiložení do topeniště je proces hoření narušen, a trvá určitý čas, než je opět optimalizován. Míra vychýlení z optima závisí na množství přiloženého dříví, jeho vlhkosti a teplotě, a času od posledního přiložení. Než je proces hoření opět optimalizován, není účinnost topeniště maximální, a produkce škodlivin je vyšší. Proto je ideální přikládání menšího množství paliva v co nejkratších intervalech, což nejméně ochladí spalovací prostor. Naopak za komfortní z hlediska obsluhy manuálně obsluhovaného topeniště se považuje přikládání v intervalech co nejdelších. Provozní režim topeniště proto bývá kompromisem mezi těmito protichůdnými požadavky.

Z charakteristik topenišť na dřevo je zřejmé, že vyžadují delší dobu, než naběhnou na plný výkon, a reakce na snížení odběru tepla je pomalejší. Na rozdíl od plynových topenišť, která jsou regulovatelná v extrémně širokém rozmezí – od nuly až po nominální výkon, není u vytápění dřívím regulovatelnost výkonu topenišť v takovém rozpětí možná (u topenišť na pelety je to asi 30–100 %, u kusového dříví a štěpek u jednoduchých topenišť až od 50 i více %). Řešením je instalace více topenišť odlišných výkonů, nebo použití akumulátorů teplé vody. Stavebnicové řešení (tandemová či kaskádová topeniště)

umožňuje sestavit takový výkon, který odpovídá co nejlépe sezónním požadavkům na teplo. Pro nízký odběr tepla v letním období (ohřev užitkové vody) slouží topeniště nižšího výkonu, které se na zimu odstavuje a provozováno je topeniště vyššího výkonu. Při velkých mrazech mohou pracovat obě topeniště souběžně. Stavebnicové řešení také usnadňuje nouzový provoz v případě poruch. V některých případech může být účelné doplnit topeniště na dřevo topeništěm na plyn pro období, kdy je odběr tepla minimální (letní spotřeba teplé užitkové vody). Významnou nevýhodou stavebnicového řešení jsou vysoké investiční náklady.

Výtopny na dřevo používají různé typy topenišť. Každý typ topeniště přitom může mít odlišné požadavky na palivo, co do vlhkosti, velikosti frakcí a jejich podílu. Aby nedocházelo ke zbytečným sporům mezi dodavatelem a odběratelem štěpek, je vhodné, když dodavatel ví, jaké topeniště má jeho odběratel a jaké proto bude mít požadavky na kvalitu štěpek. Těm by pak měl přizpůsobit technologii výroby. Můžeme zobecnit, že pro energetické využití dříví v různých typech topenišť je možné vyrábět štěpky v různé kvalitě. A podle požadované kvality štěpek je pak třeba zvolit konstrukční řešení desintegračního zařízení a technologii výroby.

### 23.11. Technika a technologie pro úpravu a transport dříví před jeho energetickým využitím

Zdroje dříví pro energetické využití jsou natolik různorodé, že pro jejich shromažďování, úpravu a dopravu nelze použít jedinou, univerzální technologii. Pestrost používaných technologií pak vede ke specializaci firem jen na určité zdroje dříví, což na straně druhé znamená, že jen skutečně silné firmy mohou disponovat širokým vějířem technologií, aby byly schopny nasadit v každém případě optimální technologii. Pro malé, či občasné producenty dříví pro energetické využití z toho vyplývá nutnost kooperace. Např. soustředění těžebního odpadu vlastními pracovníky, ale jeho štěpkování a odvoz specializovanou firmou.

#### 23.11.1. Dobývání pařezů

Pařezy a kořeny jsou získávány klučením podzemních částí stromů. To je však v ČR obvyklé jen při některých formách obhospodařování lesů v borových oblastech a v lužních lesích. V menší míře se ještě klučení pařezů užívá při odlesňování ploch při odnímání z PUPFL (pozemky určené k plnění funkcí lesa) pro vodní nádrže, komunikace a stavby.

Nejobvyklejším způsobem dobývání pařezů v ČR je jejich klučení radlicí buldozeru. Při klučení pařezů menších tloušťek je možné použít radlici prstovou – vyčesávač kořenů, jejíž slupice vniknou pod pařez a vyhrnou jej na povrch půdy. Progresivním způsobem klučení pařezů je jejich trhání trhacím zubem, neseným místo bagrové lžice na rypadle s hydraulickým ovládním ramene. V malovýrobních podmínkách je možné i klučení ruční, s použitím navijáku či trhaviny. Principiálně je tedy dobývání pařezů pro energetické účely takřka shodné s klučením pařezů za účelem uvolnění plochy pro budování lesní školky, proto podrobnější charakteristiku této činnosti lze získat v kap. 8.1.2. tohoto skriptu.

Pařezy jsou po vyklučení většinou shrnovány buldozery do valů nebo terénních prohlubní, ve kterých jsou ponechávány přirozenému rozpadu. To však má za následek dlouholetou ztrátu produkční plochy a dopravní znepřístupnění následného porostu. Proto se lokálně provádí tzv. „pohřbívání“ pařezů, při kterém se bagrem vyhloubí příkop, do kterého se pařezy nahnou a překryjí zeminou. Nevýhodou tohoto způsobu je vysoká nákladnost, ohrožení spodních vod a poškozování kořenů následného porostu, ke kterému dochází nerovnoměrným sesedáním zeminy.

V zahraničí je stále více aplikován přístup získávání pařezů pro energetické účely. Klučením pařezů pro energetické účely dominují Skandinávské země, avšak tento trend lze zaznamenat i ve Středozemních státech či v Irsku. Těžba pařezů je přitom prováděna především dvěma způsoby, a to:

- **vytrhávání pařezů čtyřprstým (někdy tříprstým) drapákem**, kdy po vyzvednutí pařezy z půdy a vytřepání hrubých půdních nečistot z kořenového systému je pařez rozštípnut na více částí, které jsou uloženy do valů k proschnutí. Tento způsob se děje především na holých sečích, kde může být nasazena vysoce výkonná a robustní technologie.
- **navrtání pařezů kuželovou štípačkou**, která pařez v půdě rozštípně na více částí, které jsou potom vyzvedávány běžným drapákem forwarderů a vyváženy na odvozní místo, kde jsou

ponechány k proschnutí. Tento způsob dobývání pařezů je uplatňován především po výchovných těžbách, kde je hmota pařezů relativně malá a kde nalezne uplatnění méně robustní technologie.

Klučení pařezů je vhodné provádět v době přísušků, kdy zemina tolik neulpívá na kořenovém systému z důvodu snížení kontaminace zeminou, která činí problémy při spalování.

Další úprava pařezů jako je vymývání zeminy vodou či úprava kořenového systému jsou méně obvyklé. Nejčastěji jsou pařezy ponechány ve valech na ploše či v hromadách na odvozním místě k proschnutí a poté jsou zpracovány. Doba prosychání se doporučuje minimálně jeden rok, avšak lze se setkat i s víceletými skládkami. Takto proschlé pařezy jsou poté buď rozvláknovány/drceny na místě a odvážena je drť či jsou odváženy vcelku a dezintegrovány u odběratele. Před samotnou desintegrací jsou pařezy opět protřepány za účelem snížení kontaminace a v některých případech bývá drť prosívána za účelem oddělení zeminy od dřevní složky. I přes veškerou snahu je drť kontaminována zeminou. Při vhodně použité technologii tato kontaminace dosahuje do 5 %, avšak při nevhodně zvolené sezóně dobývání a krátkodobém proschnutí navíc bez prosívání může kontaminace dosahovat i 20 %, což je z hlediska následného energetického využití nevhodné.

Hmota pařezů je využívána i při aplikaci metody celých (kompletních) stromů, kdy jsou stromy vytrhávány/vyvracovány včetně kořenového systému. Tento způsob je popsán dále v sekci zabývající se možnostmi využití hmoty z výchovných zásahů.

V souvislosti s přípravou surové dendromasy pro energetické účely je vhodné uvést jednoduchý, avšak účinný postup užívaný ve Finsku. Spočívá v tom, že vykloučené pařezy, jakož i ostatní těžební zbytky určené na spalování, nechávají po dobu až 4 let uloženy na OM na hromadách překrytých bílou plachtou, kde přirozeným způsobem vysychají až na vlhkost 30 %.



Vyvezené části pařezů na OM. Před zimou se překryjí plachtou a ponechají do vlhkosti 30%.



Vytěžené stromky z první probírky se vyváží forwarderem na OM pro dlouhodobé uložení.



Na OM se ponechávají těžební zbytky překryté plachtou také do požadované vlhkosti.

**Obr. 23.9. Finská technologie přirozeného vysychání těžebních zbytků pro spalování**

### 23.11.2. Využití kůry pro energetické účely

V roce 1996 z celkového objemu hmoty kůry (více než 1,1 mil. m<sup>3</sup>) bylo v ČR pro spalování využito pouze 13 %. Zatímco celková situace ve využívání odpadní kůry v letech minulých byla na velice nízké úrovni a někteří zpracovatelé měli problém s jejím uplatněním, v současné době tvoří kůra významnou komoditu v obchodu s pilařskými „odpady“ a je využívána nejen pro mulčování ale i pro spalování. Podíl využití kůry pro energetické účely v současné době není možné detailně vyčíslit, tam kde zpracovatelé mají odbyt, není kůra energeticky využívána, avšak tam, kde odbyt kůry není zajištěn, je tato využita bez větších problémů pro energetické účely.

### 23.11.3. Využití odpadů vznikajících při zpracování kulatiny

Při pilařském zpracování vznikají odpady typu manipulační zbytky, krajina, štěpky, piliny, kůra. Kůra, jelikož není předmětem prvotní evidence, byla diskutována v předešlé kapitole. Ostatní pilařské odpady vznikají z dřevní hmoty. Ročně se v ČR vytěží řádově 15-16 milionů m<sup>3</sup> dřevní hmoty (aktuální výše nahodilých těžeb po roce 2018 z toho vyjímaje). Z toho lze předpokládat 60% podíl kulatinových a 40% podíl vlákninových sortimentů. U vlákninových sortimentů pilařské odpady vznikají v naprosto minimální míře. Dřevo z kulatinových sortimentů je zpracováno v pilařských

závodech, kde podle použité technologie může vznikat řádově 20-40 % odpadů při základním zpracování dřeva, tedy 1,8-3,6 mil. m<sup>3</sup> zbytků.

**Piliny** jsou specifickým druhem dřevního odpadu, vznikajícího při podélném i příčném řezání dříví. Typický je jejich malý rozměr – zpravidla od 3 do 7 mm, a vysoký podíl dřevního prachu. Vzhledem k jejich velkému povrchu mají vysokou sorpční schopnost, a proto je možné je využívat i jako náhradu Vapexu při lokálních únicích ropných produktů (louží oleje v dílnách) a nasáklé spálit. Piliny jsou ideálním materiálem pro výrobu bio-briket a peletek, zejména pokud napadají při zpracovávání řeziva vysušeného na vzduchu nebo uměle, protože je pak jejich dosoušení energeticky nenáročné. Při kalkulacích předpokládaného množství pilin, vznikajících při pořezu dříví, je možno vycházet z úvahy, že při běžných pořezových schématech pořezu kulatiny na rámových pilách napadá z celkového objemu dříví určeného k pořezu cca 10 % pilin. Vzhledem k obvyklým ztrátám není celé toto množství bezezbytku využitelné, a proto se obvykle počítá s koeficientem využitelnosti pilin 0,8.

**Manipulační odřezky** jsou krátké odřezky dříví (do 1 m délky), vznikající příčným přeřezáváním kmenů při jejich druhotné úpravě. Jedná se o materiál značně nesourodý z hlediska rozměrů i kvality. Obsahují dříví tlusté až přesílené, nehroubí (dříví tenčí než 7 cm), zdravé i napadené hnilobou či hmyzem, sukaté i bezsuké, v kůře i odkorněné, proschlé i čerstvé. Přímé energetické využití manipulačních odřezků je možné jen v některých větších topeništích. Obvykle se toto dříví vydává zaměstnancům manipulačních skladů jako naturální požitek (deputátní palivo), nebo se prodává jiným zájemcům. Štěpkování manipulačních odřezků je méně časté. Vzhledem k tomu že manipulační odřezky obsahují i krátké kusy dříví, u kterých nelze vždy zajistit sekání napříč vláken, mívají z nich vyrobené štěrky větší podíl nadrozměrných frakcí – dlouhých třísek. Pokud následuje způsob dopravy či zpracování štěrky citlivý na jejich rozměry (např. doprava štěrky šnekovým dopravníkem), je nutné nadrozměrné třísky vytrítit a opakovaně dezintegrovat. Vzhledem k tomu, že manipulační odřezky obsahují jen dříví a kůru, případně pouze čisté dříví (u odřezků odkorněných), lze jejich štěpkováním získat štěrky vyšší kvality, než mají štěrky z těžebního odpadu. Lze je tedy za jistých okolností zpeněžit lépe než štěrky energetické.

**Odpady z dřevozpracujícího průmyslu** – jedná se především o odpady dříví vznikající při jeho primárním zpracování, např. krajiny, odřezky řeziva vzniklé při kapování, odřezky dýh při loupání a krájení, středové válečky zbylé po loupání dýh atd. Kvalita dřeva bývá dobrá, ale při nestandardních rozměrech. Paradoxní je, že na skládkách odpadů končí nejčastěji zbytky po zpracování nejkvalitnějšího dříví, kterými jsou odřezky dýh. Obvyklé sekačky totiž nejsou pro dezintegraci tak tenkého a pružného materiálu vhodné. Nejjednodušší je proto spalování takových odpadů v topeništích, umožňujících vhazování kusového odpadu. Zcela jiná je situace při energetickém využívání odpadů z výroby a zpracování aglomerovaných materiálů, např. dřevotřískových desek, odpadů z výroby nábytku a podobně. Zde je nutné s ohledem na chemické složení pojiv a nátěrových hmot důsledně posuzovat odpady podle místa jejich vzniku v průběhu výroby. Bez problémů je spalování nestandardních frakcí přírodního dřeva (nadrozměrných třísek) vytríděných ještě před vrstvením desek. Při spalování brusného prachu vznikajícího při povrchové úpravě hotových desek (98 % objemu tohoto prachu činí částice menší než 0,5 mm, což při spalování působí technické obtíže) a kusového odpadu vznikajícího při formátování desek nejsou žádné problémy se znečištěním ovzduší, jen pokud jsou použita močovino-formaldehydová pojiva. Emise CO a uhlovodíků jsou v tom případě podobné jako při spalování přírodního dříví. V případě použití alkalických fenol-formaldehydových lepidel narůstá podíl CO a uhlovodíků v kouřových plynech, pokud není konstrukcí topeniště dosaženo delšího času zdržení spalin v prostoru se zvýšenou teplotou. Topeniště tedy musejí mít na toto palivo atest.

Další navazující zdroje pro zpracování dřevního odpadu (stolařské, truhlářské či nábytkářské provozy) zde není pojednáváno.

#### 23.11.4. Využitelnost lesních těžebních zbytků

Mýtní porosty a lesní těžební zbytky (dále LTZ) z mýtních těžeb skýtají možnosti plného nasazení mechanizace při těžbě, soustředování i zpracování klestu. Hlavními faktory pro volbu technologie a celkové logistiky jsou hospodářský způsob (holosečný, násečný, podrostní), těžební metoda (stromová, kmenová, sortimentní) a terénní podmínky (dostupnost, sklon svahu, únosnost terénu,

překážky). Vzhledem k odběru takřka veškerého objemu biomasy se nedoporučuje především stromová metoda. Využití ostatních způsobů a metod je na zvážení. V podmínkách technicky či ekonomicky nevhodných (např. podrostní hospodářský způsob) může působit roztroušenost zdrojů LTZ a jejich nízká koncentrace značné problémy při využívání. V porbírkových porostech nad 40 let jsou možnosti také omezenější, protože se jedná o těžby rozptýlené s menší výtěží na plochu.

Z technicko-technologických možností dosahuje maximální využitelnost LTZ při mechanizovaném sběru hodnot 70 až 80 % z disponibilního objemu po mýtní těžbě. K vyjádření diferenciací technologií sběru těžebních zbytků se navrhuje využít terénní klasifikaci – terénní typ (TT), provázanou na modelovou technologickou typizaci (Macků-Popelka-Simanov, 1992). Technologická typizace je odvozena z charakteristik vlastností terénních typů. Je tak k dispozici systém přiřazující každé terénní skupině vhodný mechanizační prostředek či skupinu prostředků. Výběr konkrétních druhů prostředků pro soustřeďování dříví, má-li se ctít riziko minimalizace poškození lesní geobiocenózy, lze také vztáhnout k ročnímu období, resp. k nasycení půdních horizontů vodou, prostřednictvím edafických kategorií Lesnického typologického systému, které jsou v relativně úzkém vztahu k terénním a půdním podmínkám, včetně vodního režimu. Edafické kategorie L, H, I a částečně D představují příklad únosnosti podloží podmíněné stavem vodního režimu.

Se zpracováním LTZ je spojena řada procedur jako těžba, desintegrace a doprava. Lesní těžba je prvním krokem při získávání. Těžba dřeva je prováděna jednotlivými pracovníky s MRP (motorovou řetězovou pilou) nebo za pomoci i jiných mechanizačních prostředků. Těžebně-dopravní stroje umožňují provádět těžbu a druhovalání dříví přímo v lese a tím otevírají cestu rychlejší organizaci dodávek a přepravy dříví z lesa přímo odběrateli. Harvestorové technologie lesní těžby dávají výjimečnou možnost v logistice, mají potenciál snížit četnost v dopravě dříví a snížit zatížení lesní i veřejné cestní sítě.

## **Význam těžebních metod pro využití LTZ**

### ***Metoda stromová***

Na odvozním místě (OM) je dopraveno dříví ve formě celých stromů, tj. s větvemi. Odvětvení se může provést na OM, nebo až na manipulačním skladě. V mýtních těžbách se používá hlavně v listnatých porostech, ve kterých hmotnatost těžených stromů a jejich netvárnost neumožňují použití jiné těžební metody. Rozvoj stromové metody byl podmíněn dosažitelností přibližovacích prostředků s dostatečnou tažnou silou, protože vlečení stromů s větvemi vyžaduje tažnou sílu cca o 25 % vyšší než vlečení kmenů. Hlavními přínosy této metody je odstranění motomanuálního odvětvení jako operace s vysokou pracností a rizikovostí, přenesení části prací na příznivější místo, vyklizení těžební plochy od klestu současně s těžbou, soustřeďení těžebního odpadu (klestu) pro případné další zpracování. LTZ jsou koncentrovány přímo na odvozním místě.

### ***Metoda kmenová***

Na OM je dopraveno dříví ve formě surového kmene, kterým rozumíme strom zbavený větví, ponechaný v celé délce, popřípadě zkrácený na transportní délku. Adjustace sortimentů může být provedena na odvozním místě nebo až na manipulačním skladě. Jelikož tato metoda je využívána především při motomanuální těžbě, jsou LTZ roztroušeny v porostu či na ploše bez jakékoliv koncentrace. Sběr po těžbě může probíhat v následujících variantách: ruční snášení klestu, mechanické shrnování klestu nebo sběr v kombinaci se svazkováním. Ruční snášení klestu je tradiční nicméně nejdražší z důvodu největšího podílu ruční práce; použití je tedy vhodné spíše v terénu s překážkami, špatně dostupném pro mechanizaci nebo na neúnosném podloží. Mechanické shrnování klestu je založeno na využití různých mechanizačních prostředků od shrnovačů po vývozní soupravy. Shrnovače klestu představují adaptory upevněné a nesené na místě čelních rampovačů UKT nebo SLKT. Nejčastěji jsou klest a těžební zbytky shrnovány na ploše do pruhů s následným ponecháním biomasy na ploše nebo následným vyvezením na OM k dalšímu zpracování – štěpkování/drcení.

### ***Metoda sortimentní***

Dříví je dopraveno na OM ve formě hotových sortimentů, tj. adjustováno k přímé dodávce. Metoda sortimentní je nejšetrnější vůči stojícímu porostu. Modifikací této metody je metoda výřezů standardních délek, při které se v porostu zkrátí kmeny na výřezy stejných délek, odpovídajících technickým parametrům transportních prostředků. Tato metoda je uplatňována především plně

mechanizovanou technologií, kde lze usměrnit koncentraci LTZ do pruhů nebo hromad v blízkosti linky. Soustředění klestu z hromad nebo pruhů na odvozní místo se provádí mechanizovaně vyvážecími soupravami či traktory. Takové stroje svým provedením umožňují jak nakládání klestu hydraulickým jeřábem, tak případné poježdění po ploše.

Dalším trendem v soustředování těžebních zbytků ať po metodě kmenové, tak i po metodě sortimentní je zvyšování efektivity vyvážecích traktorů a vyvážecích souprav. Při použití standardních typů nedochází totiž k maximálnímu využití užitečné nosnosti. Proto jsou pro vyvážení LTZ upravovány ložné plochy vyvážecích strojů či jsou nasazovány stroje umožňující komprimaci LTZ jako jsou paketočáče či balíkovače.

### 23.11.5. Využití hmoty z výchovných a předmýtních těžeb

V případě praktického využití mladých lesních porostů do 40 let věku lze obecně hovořit o nízkém ekonomickém potenciálu. Zde je reálnější využití celých stromů, avšak legislativa a způsob zadávání zakázek zatím není v ČR na tento způsob zpracování zcela připraven. V porostech do 20 let se hroubí takřka nevyskytuje. Přibližování dříví a klestu z výchovných těžeb je velmi nákladné kvůli nutnosti ručního snášení, rozptýlení hmoty a nevýhodnosti až nemožnosti nasazení mechanizace. Tam, kde ponechání nehroubí a klestu po výchovných těžbách není zejména z ekologických důvodů žádoucí, lze tento materiál využívat k energetickým účelům, což může z „neekonomického dříví“ rázem učinit žádanou a vhodně zpeněžitelnou komoditu. Potenciál zpracování hmoty z přežávek a z prvních probírek lze spatřovat ve využití metody „celistvých stromů“, tedy metody, při které je strom těžen s nadzemní pařezovou částí. Tento způsob umožňují harvesterové hlavice se stříhacím či gilotinovým ústrojím (Narva, Westtech), či akumulární harvesterové hlavice přizpůsobené na tento druh operace.

### 23.11.6. Využití dříví z imisních a kalamitních těžeb

Významným zdrojem energetické biomasy může být dřevní materiál z imisních či kalamitních těžeb většího rozsahu. Tam, kde kapacitně nelze zpracovat hmotu s vyšším technologickým využitím, je mnohdy jediným vhodným způsobem energetické využití. Příkladem může být kalamita, která okolo roku 2015 kulminovala v Kanadě a v roce 2014 se očekávalo přes 800 mil. m<sup>3</sup> napadeného dříví kůrovcem (lýkohub druhu *Dendroctonus ponderosae*). Takové kvantum dříví není snadné zpracovat. Proto velká část dříví bude ponechána v podobě mrtvých stojících stromů, kde dojde k opadu asimilačního aparátu i k opadu velké proporce větví (i vlivem následné těžby), čímž nebude příliš narušen koloběh živin a pro energetické účely je plánováno využití pouze kmenů. Tyto budou navíc již proschlé, což usnadní technologický řetězec zpracování lesní biomasy pro energetické účely.

### 23.11.7. Dřevěné výrobky po ukončení životnosti

Všechny výrobky podléhají opotřebení a mají omezenou životnost. Jednou z výhod přírodního dřeva je jeho téměř bezproblémová likvidace po ukončení fyzické životnosti výrobků z něj vyprodukovaných. Pokud se týká dřevěných výrobků užívaných v domácnostech, jsou na venkově většinou likvidovány spálením přímo v domácnostech, ve městech pak obvykle končí na skládkách odpadů nebo ve spalovnách. S rozvojem transportu a skladování různých výrobků na dřevěných paletách narůstá objem nevratných a poškozených vratných palet, jejichž likvidace spálením však rovněž není (po případné předchozí desintegraci drtiči) žádným problémem.

Obtížnější je likvidace výrobků z aglomerovaných materiálů, ze dřeva povrchově upravovaného či impregnovaného a nábytku (zejména čalouněného a kombinovaného s plasty), protože chemické složení těchto materiálů bývá zásadně odlišné od přírodního dřeva, což může takové výrobky posunout až do kategorie obtížně likvidovatelných odpadů. Mezi obtížně likvidovatelné výrobky ze dřeva zařazujeme i pražce. Z hlediska energetického se přitom jedná o zajímavý zdroj energie, protože pražce obsahují 100 až 150 kg komponentů dehtového impregnačního oleje na 1 m<sup>3</sup> dřeva, což zvyšuje jejich výhřevnost. Na druhé straně právě obsah komponentů dehtového oleje přináší problémy při dodržení čistoty kouřových plynů. Obdobné obtíže jsou i při spalování ostatních dřevěných výrobků impregnovaných proti hmyzu, hnilobě i ohni.



## 23.12. Zpracování dendromasy k energetickým účelům

S rozvojem využívání dendromasy pro energetické účely je spojen i rozvoj technologií pro její zpracování – manipulaci, desintegraci, třídění, odvoz. Všechny stroje určené k daným účelům musí splňovat řadu požadavků producentů i zpracovatelů biomasy – producentů energie. Mezi základní požadavky patří ekonomická perspektivnost výroby, využitelnost v daném terénu, technologické požadavky na kvalitu výstupního materiálu a ekologická šetrnost. V této oblasti již existuje celá škála technologií od různých výrobců. Pojmout tak široké spektrum je velmi obtížné a následující kapitoly jsou pouze výběrem těch nejčastěji užívaných technologií zpracování lesní biomasy.

**Lesní štěpka** může být vyráběna z všech částí stromu. Proto v rámci technologického řetězce vznikají různé druhy štěpky označované podle obsahu a podílu jednotlivých částí stromu ve štěpce:

- bílá štěpka – dřevní štěpka s minimálním obsahem kůry (kůra do 1 %)
- hnědá štěpka – štěpka obsahující frakce ze dřeva a kůry, bez obsahu frakce z asimilačních orgánů (kůra do 15 %)
- zelená štěpka – obsahuje frakce jak ze dřeva, kůry tak i z asimilačních orgánů.

Štěpky bílé mohou být použity pro výrobu celulózy a dřevotřískových a dřevovláknitých desek, štěpky hnědé mohou být použity pro výrobu dřevotřískových a dřevovláknitých desek. Protože použití uvedených dvou skupin štěpek může být nejen energetické, ale i technologické, označují se někdy jako technologické štěpky. Zelená štěpka je využívána pouze pro energetické účely. Množství dodávané štěpky lze vyjádřit v m<sup>3</sup>, prm, prms, tunách a atrotunách (tunách přepočítaných na absolutní sušinu) či v joulech (vyčíslené podle výhřevnosti).

### 23.12.1. Těžba lesní biomasy

Pro účely specifikace těžebních aktivit je nutné identifikovat, jakého charakteru je vstupní materiál pro energetické využití. V případě, že vstupní materiál je vedlejším produktem, jako například lesní těžební zbytky, je jeho těžba ovlivněna pouze do malé míry. V případě, že je již dopředu zřejmé, že tento vedlejší produkt bude využit pro energetické účely, lze upravit těžební proces primárního produktu tak, aby byla zvýšena efektivita při zpracování vedlejšího produktu. To může mít mírný negativní dopad do výkonnosti strojů zpracovávajících primární produkt, avšak při zohlednění celého technologického řetězce výrazný efekt v globálním pohledu. V tomto případě je především využíváno technologie pro další zpracování, tedy vyvážecí stroje, paketoavače, balíkovače, štěpkovače, atd.

V případě, že energetická štěpka je primárním cílem produkce, se technologické postupy a strojní vybavení liší od předchozích. Těžba je potom realizována motomanuálně (motorovou řetězovou pilou) či mechanizovaně. Mechanizovaná technologie těžby je zde zastoupena celou škálou běžných harvestorů vybavených běžnou kácecí hlavicí, akumulací kácecí hlavicí nebo kácecí hlavicí se stříhacím zařízením či gilotinou. Konvenční harvestory však ne vždy splňují vysoké požadavky na technologii zpracování a jejich místo zaujímají speciální stroje typu kombinovaný harvestor se štěpkovacím zařízením. Tento stroj potom umožňuje těžbu a současně přímo v porostu hmotu dezintegruje do podoby štěpky.

### 23.12.2. Balíkování (paketování) těžebního odpadu

Soustředování a štěpkování neupraveného těžebního odpadu je pracné a energeticky náročné. Proto se hledají méně náročné způsoby homogenizace těžebního odpadu. Na větších těžebních plochách je perspektivním způsobem paketování, při kterém jsou na těžební ploše baleny speciálním strojem válcovité balíky, kterou jsou pak z plochy vyváženy vyvážecími soupravami. Balíky jsou páleny ve speciálních topeništích, nebo slouží jako mezioperační zásoba před desintegrací.

Balíkovače vyrábí firmy John Deere (výroba pozastavena), Valmet, Fixtery či Pinox a všechny pracují na podobném principu. Proces lisování je zcela automatický, operátor musí pouze umístit materiál hydraulickou rukou na podávací stůl. Lisováním je objem materiálu zredukován na cca 20 % původního objemu. Lisovací tlak je nastaven tak, aby byly vyráběny kompaktní balíky válcovitého tvaru bez poškození materiálu. Balík je posouván pohyblivým lisem a strojem pevně vázán motouzem, popřípadě síťovinou. Parametry (například délka balíků, odstup mezi vinutím motouzu a kompresní

intervalu) jsou nastavovány pomocí palubního počítače. Objem balíku činí dle materiálu 0,7 - 0,8 m<sup>3</sup>, průměr balíků činí 40 - 70 cm a délce 3 m s hmotností podle obsahu vody od 300 do 700 kg. Hlavní výhodou metody svazkování spočívá v jednoduchosti celého výrobního postupu, kdy dochází k balíkování těžebních zbytků přímo na pasece, následně vyvezení již svázaného, tedy minimálně objemného materiálu vyvážecím traktorem/soupravou na odvozní místo, odkud jsou balíky odvezeny standardní odvozní soupravou přímo ke spalování. Samotné štěpkování svázaného materiálu by mělo probíhat u zpracovatele, který musí před své dopravníky předřadit výkonný štěpkovač. Velkou výhodou je relativně jednoduchá manipulace bez nutnosti využití speciálních nebo upravených strojů pro přepravu balíků. Balíkovač je umístěn nejčastěji na podvozek vyvážecího traktoru v 6 nebo 8 kolové verzi.

Možnou alternativou, která je však v tuto chvíli testována, je balíkování vyvezených lesních těžebních zbytků na OM. V tomto případě je balíkovací jednotka umístěna na nákladním automobilu a umožňuje vytváření balíků velkých délek, které zvyšují efektivitu odvozu tohoto materiálu odběrateli.

V podmínkách střední Evropy včetně ČR však balíkovače nenachází příliš vysokého využití z důvodu omezení velikosti plochy mýtních úmyslných těžeb a tím pádem i omezení koncentrace těžebních zbytků na jedné lokalitě.

### 23.12.3. Vyvážení dendromasy

Vyvážení je realizováno stroji podle charakteru vyváženího materiálu. Nachází-li se hmota v podobě štěpky po těžbě a zpracování kombinovaným kácecím a štěpkovacím strojem, je vyvážení realizováno kontejnerovými vyvážecími traktory. Nachází-li se však hmota ve formě lesních těžebních zbytků či balíků je vyvážení realizováno nejčastěji konvenčními vyvážecími traktory/soupravami někdy vybavenými rozšířenou ložnou plochou či paketovací jednotkou. Paketování zvyšuje efektivitu dopravy volně ložených potěžebních zbytků tím, že na ložné ploše je tento materiál stlačen. V mnoha případech paketovače umožňují i vyklopení nákladu na odvozním místě namísto skládání hydraulickým jeřábem, čímž je výrazně snížena spotřeba času vykládky. Zvýšení kapacity ložné plochy je i cílem rozšířené ložné plochy, avšak toto se dá využít vesměs pouze v holosečném hospodářství, neboť rozšíření ložné plochy nelze využít v předmětních těžbách z důvodu konstrukce linek.

V případě rozptýlené hmoty po ploše předchází vyvážení shrnování klestu. Shrnovače klestu jsou speciální adaptéry ocelové konstrukce, které jsou montovány na přední nebo zadní část univerzálních nebo speciálních traktorů. Sestávají z hydraulicky ovládaného a výškově stavitelného nosného rámu pohyblivě připojeného k traktoru, na rámu jsou pružně upevněny shrnovací nástroje – ocelové prsty. Většina shrnovačů je konstrukčně řešena tak, že prsty v počtu 4 až 5 jsou kyvně upevněny čepy na držácích rámu. Každý prst je samostatně odpružen, což umožňuje kopírovat nerovnosti terénu a překonávat překážky (pařezy) vykývnutím prstu vzad a následným vrácení do původní polohy.

Shrnovač klestu pracuje při pojezdu traktoru a lze využít tří základních pracovních postupů:

- Shrnování do pruhů – valy jsou orientovány s podélnou osou paseky, ve vzdálenosti 20 až 50 m od sebe.
- Shrnování do porostních okrajů – používá se zejména na dlouhých úzkých pasekách, kde by pruhy nahnutého klestu překážely. Pracovní postup jako u předešlého, začíná se od středu plochy.
- Shrnování do hromad – shrnovač se pohybuje po ploše buď spirálovitě směrem k pomyslnému středu hromady, nebo se klest shrnuje do pruhů a pak se rozděluje do hromad.

Pro zvýšení efektivitu a čistoty **nakládky lesních těžebních zbytků** jsou na hydraulický jeřáb instalovány **prstové drapáky** namísto drapáků na kulatinu. Tyto výrazně omezují kontaminaci těžebních zbytků zeminou, lépe pronikají do hromad klestu čímž zefektivňují rychlost nakládky a zvyšují produktivitu dopravy řádově o 15 %. Jenže ne vždy jsou vlastníci ochotni investovat do dvou vyměnitelných drapáků. Tento problém by mohl řešit kombinovaný drapák.

Jakákoliv manipulace s lesními štěpkami by se měla realizovat bez kontaktu s povrchem a je nutno ji minimalizovat; štěpka ze štěpkovače by měla přímo putovat do dopravních prostředků nebo kontejnerů.



Obr. 23.10. Drapák na kulatinu, prstový drapák a kombinovaný drapák

#### 23.12.4. Úprava surové dendromasy

Surovou dendromasu získanou z různých zdrojů je ve většině případů pro její další využití (zpravidla energetické) nutno upravit, a to zpravidla jejím rozdělením na menší části některým z běžných fyzikálních způsobů (řezání, sekání, drcení, štípání, apod.). Názvosloví strojů používaných k této úpravě dendromasy se odvíjí od konstrukčního principu nástroje, který je použit v příslušném stroji.

Tyto stroje lze tedy rozdělit na:

- sekačky/štěpkovače - dřevo je desintegrováno jedním nebo více noži či břity
- drtiče (mlýny) - dřevo je desintegrováno úderem tupého nástroje
- rozvlákňovače - stroj, který desintegruje biomasu na malé části trhacími nástroji či hřebenovitě ostřenými disky, umístěnými na jedné či více paralelních osách otáčejících se proti sobě
- štípačky – stroje, které klínovitým nástrojem provádějí dělení dřeva podél vláken
- špalíkovací stroje – provádějí příčné dělení dříví (polen, štěpin)
- kombinované dělicí stroje (nejčastěji štípací a špalíkovací).

**Základní dělení štěpkovačů** je podle dělicího agregátu, nástroje:

- sekačky
- drtiče
- rozvlákňovače.

**Sekačkami** je hmota štěpkována soustavou nožů, technologie je menší a mobilnější, výkonnost je však nižší než u drtičů a technologie je více náchylná k poškození. Obecně vhodné k nasazení na plochách o desítkách prn klestu bez kontaminace zeminou. Sekačky se vyrábějí v různých velikostech a kromě výkonu se liší konstrukcí desintegrovačního zařízení, průchodností podávacího zařízení a např. nastavitelnou velikostí frakce. Konstrukčně mohou být samostatně poháněny vlastním motorem, hřídelí traktoru v případě připojení na tříbodový závěs nebo mohou být zakomponovány do vyvážecího traktoru.

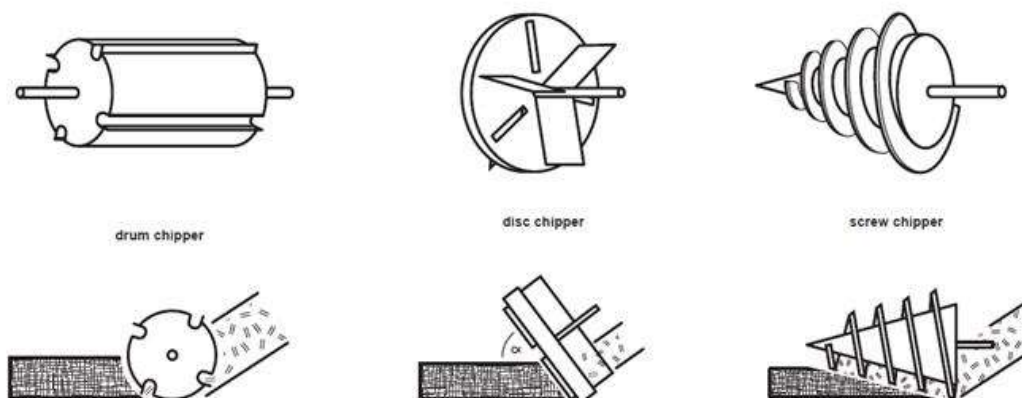
**Štěpkování** je nejobvyklejším způsobem dezintegrace dříví na drobné frakce, jehož principem je sekání dříví podávaného podél podélné osy proti sekacímu noži a protinoži, přičemž délka štěpek je měnitelná, změnou velikosti mezery mezi nožem a protinožem.

**Bubnové sekačky** mají na rozdíl od diskových typů sekací nože bubnových štěpkovačů uloženy na obvodu rotujícího válce. Nože jsou umístěny na povrchu rotujícího válce rovnoběžně s jeho osou, a velikost vstupního otvoru lze zvětšovat prodlužováním válce a zvětšováním jeho průměru. Proto je tato konstrukce vhodná pro štěpkování chaotického materiálu - klestu. Ten vyžaduje velký vstupní otvor a mačkáč válce nad podávacím korytem. Široký vstupní otvor ale na druhé straně umožňuje stočení podávaného materiálu kratšího než šířka vstupního otvoru tak, že není sekán napříč, ale podélně. Nevznikají pak štěpky, ale dlouhé třísky, které jsou nevhodné pro transport šnekovými dopravníky. Dílčím řešením je vkládání síta do výmetné roury sekaček, které nadrozměrné třísky zachytí, a vrátí k opakovanému štěpkování. Obvykle jsou vybaveny podávacím pásem a vtahovacími válci pro transport hmoty k rotoru s břity (noži). Vtahovací pás je tvořen řetězovým nebo jiným dopravníkem. Vtahovací válce jsou opatřeny hroty, obvykle speciálně tvarovanými, aby umožňovaly dokonalé posouvání i nesourodého materiálu. Horní podávací válec je pohyblivě uchycen, což umožňuje přizpůsobení velikosti otvoru různým velikostem štěpkovaného materiálu při zachování schopnosti materiál posouvat dále k rotoru. Po obvodu u rotoru (bubnu) jsou pevně připevněny břity, jež jsou často horizontálně děleny na více jednotlivých břitů. Tyto nože jsou vyráběny ze směsí tvrdých, pevných a odolných kovů. Bubnovým sekacím zařízením jsou vybaveny štěpkovače o

vyšších výkonech s teoretickým výkonem pohybujícím se na hranici 200 prn/hod. Jsou umístěovány na robustní samostatné podvozky, na podvozky nákladních automobilů nebo vyvážecích souprav. Umožňují štěpkování do průměru až 900 mm měkkého dřeva a zhruba 700 mm tvrdého dřeva.

U **diskových sekaček** jsou nože umístěny na čelní straně rotujícího kotouče – disku, plnicího funkci setrvačnicku. Akumulovaná kinetická energie setrvačnicku umožňuje překonávání nerovnoměrností v podávání materiálu ke štěpkování i jeho tloušťky. Proto postačuje pro jejich pohon menší výkon motoru než u sekaček bubnových. Podávací otvor je malý, protože směrem ke středu setrvačnicku klesá obvodová rychlost nožů, a tím i jejich řezná výkonnost (uprostřed disku je rychlost nožů nulová). Proto je toto řešení vhodné jen pro štěpkování dříví v celých délkách (stromků z prořezávek a probírek, větví z údržby městské zeleně), pro které menší vstupní otvor při jednotlivém podávání kusů postačuje. Diskové sekačky jsou co do počtu nejrozšířenějším zařízením na výrobu štěpky. Mobilní diskové štěpkovače byly vyvinuty ze stacionárních sekaček, na kterých byly provedeny některé úpravy a změny. Podávání vstupního materiálu probíhá ručně nebo hydraulickou rukou. Teoretická výkonnost těchto štěpkovačů v mobilním provedení je maximálně cca 30 prn/hod (pozn. výkon je udáván v prostorových metrech štěpky).

**Šroubové/šnekové sekačky** jsou jednoúčelové menší sekačky k sekání tenkých stromků a kmínků. Sekací agregát v podobě šroubovice se stoupajícím průměrem se při otáčení postupně zařezává do dřeva a zároveň vtahuje dřevo k většímu průměru. Národně si lze představit šroubovou sekačku na principu mlýnku na maso. Využití tohoto dělicího agregátu je testováno při zpracování rychle rostoucích dřevin. Sekačka šroubová nemá možnost seřizování velikosti štěpek, protože velikost štěpky je dána stoupáním šroubovice. Jedinou možností jak velikost štěpek změnit, je výměna celé šroubovice. Výhodou tohoto typu je nízká energetická náročnost, nevýhodou je produkce štěpek nestandardních rozměrů.



Obr. 23.11. Provedení nástrojů sekaček: bubnová, disková, šroubová (šneková)

Mezi sekačky je nepřesně zařazován **chunk chopper** Rojek, vyrábějící palivové špalíky z tenkých stromků i s větvemi. Výsledným produktem nejsou štěpky, ale palivové špalíky se zbytky větví, vhodné pro ruční přikládání do topenišť na kusové dříví.

**Podávání materiálu do sekaček** bývá u malých typů, tažených a poháněných traktorem ruční, u větších typů hydraulickým manipulátorem. Z hlediska konstrukce rozeznáváme sekačky nesené na tříbodovém závěsu hydrauliky traktorů, sekačky na přívěsech, sekačky na terénních podvozcích, sekačky na automobilních podvozcích (návěsech), a sekačky stacionární. Sekačky jsou poháněny motorem základového vozidla, nebo mají samostatný motor. Stacionární sekačky bývají poháněny elektromotory. Další informace o sekačkách viz též kap. 13, obr. 13.69.

Štěpkování je použitelné při zpracování materiálu neznečištěného minerálními příměsemi. Obsahuje-li materiál zeminu, dochází k rychlému otupení nožů a snížení výkonnosti při zvýšení energetické náročnosti. Ostření a výměna nožů pak zvyšují provozní náklady. Obsahuje-li materiál kameny, případně kovy, břity nožů se vylamují a jejich životnost prudce klesá. Při velkém poškození se narušuje i dynamické vyvážení rotujících hmot s rizikem havárie. Možné je i zablokování sekacího

ústrojí předmětem zaklíněným mezi nože a protinože. Proto je nutné zaručit při přípravě dříví ke štěpkování čistotu – neskladovat materiál na nezpevněných plochách, nakládat materiál na vyčištěné odvozní prostředky atd.

Materiál, jehož běžnou vlastností je obsah cizorodých příměsí, je možné dezintegrovat jen technologiemi, které nejsou na takové příměsi citlivé. To jsou drcení a rozvlákňování. Obvyklým principem je kladivový drtič, charakterizovaný jedním nebo více rotory s otočně uloženými kladivy. V mezerách mezi nimi jsou přepážky, mající obdobnou funkci jako protinože u sekaček. Na výstupu z drtiče bývají síta, vracející zpět nadrozměrné frakce do drtiče. Činnost těchto strojů bývá doprovázena vysokou hladinou hluku a často i prašností. Drtiče i rozvlákňovače jsou rozměrná zařízení s vysokou hmotností, výkonností a velkými příkony motorů. Ekonomika jejich provozu proto vyžaduje vysokou koncentraci materiálu k drcení. Protože jsou ale technologicky univerzální (zpracovat jimi lze prakticky všechny skupiny materiálů od stromků z prořezávek až po pařezy), jejich provozní obliba roste na úkor sekaček! Při drcení či rozvlákňování pařezů, či materiálů z demolic lze očekávat vysokou prašnost, a proto mohou v takových případech uplatnit při povolovacím řízení orgány hygienické služby požadavek na zkrácení drceného materiálu.

Štěpkovací stroje se dále rozlišují dle:

#### **způsobu dávkování materiálu:**

- s ručním dávkováním dřeva – pro sekání tenkého odpadového dříví menších objemů. Nasekaná štěpka se využívá pro vlastní technologické účely (např. cihlářský průmysl), k energetickým účelům, někdy také jako náhrada mulčovací kůry.
- s mechanickým dávkováním dřeva – dávkovací zařízení je obvykle hydraulická ruka, která je umístěna na stejném podvozku jako štěpkovač nebo na traktoru a může tak být ovládána z kabiny traktoru. Štěpkovače jsou obvykle vybaveny i elektronickou pojistkou proti přetížení, kdy v případě přetížení motoru dojde k blokadě přísunu materiálu do té doby, než je přešešlý materiál zpracován a rotor získá potřebné otáčky.

#### **způsobu podávání:**

- štěpkovače bez podávacího zařízení – dřevo je do sekacího agregátu podáváno vtahovacím účinkem sekacích nožů.
- štěpkovače s mechanickým podávacím zařízením – k podání slouží soustava podávacích válců, případně i dopravníků (řetězových, válcových).

#### **celkového technického řešení:**

- štěpkovače zavěšené za tříbodový závěs univerzálního traktoru.
- štěpkovače přívěsné za traktory. Někteří výrobci nabízejí štěpkovače, které ve spojení se silným univerzálním traktorem poskytují vysokou výkonnost, dříve nabízenou pouze u štěpkovačů se samostatným spalovacím motorem.
- štěpkovače na samostatném podvozku, pracující bez nutnosti připojení k vozidlu. Stroje se samostatným pohonem, vybavené dálkovým ovládním základních prvků a často se vkládáním vstupního materiálu externím strojem.
- štěpkovače umístěné na podvozcích nákladních automobilů a návěsů, jedná se o skupinu nejvýkonnějších štěpkovačů. Mají obvykle vlastní pohon technologické nástavby. Nasazení těchto strojů vyžaduje důkladné vyřešení návaznosti těžby a přibližování dřeva ke štěpkovači a plynulého odvozu nasekané štěpky, aby byl štěpkovač plně využit.
- štěpkovače umístěné na podvozcích vyvážecích souprav jsou určeny ke štěpkování dřeva mimo zpevněné cesty. Mohou pracovat přímo na pasece bez přešešlého shrnutí klestu nebo na odvozních místech a kontinuálně zpracovávají velké skládky těžebních zbytků. Jsou vybaveny hydraulickou rukou ovládanou z kabiny operátora. Většinou je štěpkovač poháněn samostatným motorem.

**Drtiče** dezintegrují hmotu pomocí kladiv, výkonnost i odolnost drtičů je větší, ale hmota je velikostně více rozrůzněná. Větší výkonnost si žádá větší koncentraci klestu, až stovky prm klestu. Nevýhodou drtiče je produkce rozměrově různého materiálu (rozdílná velikost frakce), znečištěného nebo mimořádně netvárného, který způsobuje problémy na dopravnících v energetickém provozu. Ke znečištění dochází shrnováním klestu na pasekách, kdy se dostává mezi vlastní biomasu i značné množství nečistot, zejm. písku, hlíny a kamenů či jiných tvrdých předmětů. Takové znečištění je pro

sekačky naprosto fatální, protože dochází k poškozování ostrých nožů a je nutná jejich častá výměna. Proto jsou sekačky v některých technologických postupech nahrazovány drtiči, které mají na rotoru místo pevně umístěných ostrých břitů pohyblivě nebo pevně umístěná kladiva. Pohyblivě umístěná kladiva při nárazu na tvrdý předmět mění svou polohu a snižují tak riziko poškození. Kladiva mohou být opatřena výměnnými hranami nebo jsou bez ostrých ploch speciálně tvarována pro drcení. Lze je dále dělit na rychloběžné a pomaloběžné. Jejich nespornou výhodou je „naprostá“ inertnost vůči kontaminaci zeminou.

Drtiče mohou být umístěny na návěsných, přívěsných kolových podvozcích nebo na samostatných pásových podvozcích, které jim dovolují pohyb přímo v terénu. Vstupní materiál je čelním nakladačem nebo hydraulickou rukou, která může být součástí drtiče, nakládán na dopravníkový pás. Materiál je dopravován k podávacímu válci, jenž je umístěn na pohyblivých ramenech. Tato konstrukce umožňuje přizpůsobení se pro podávání různých objemů a velikostí vstupního materiálu. Vlastní drcení probíhá účinkem kladiv na rotoru. Za rotorem s kladivy je obvykle umístěn třídící (dodrcovací) koš, určující velikost výsledné frakce. Další informace o drtičích viz kap. 13, obr. 13.70.

**Rozvlákňovače** dezintegrují hmotu pomocí hřebenovitě ostřenými disky, umístěnými na jedné či více paralelních osách otáčejících se proti sobě. Jejich konstrukce umožňuje desintegraci všech druhů dřevních materiálů včetně palet či pařezů a to z důvodu velmi vysoké inertnosti vůči kontaminaci zeminou či obsahu cizorodých těles, jako jsou hřebíky apod. Většinou se jedná o velmi robustní stroje výrobců např. Vermeer či Peterson. Nevýhodou těchto strojních zařízení je nejednotnost produkované frakce, kdy je po rozvlákňování skoro nezbytná aplikace třídičů.

Pro využití dočasně zemědělsky nevyužívané půdy se pěstují energetické lesy, což jsou plantáže rychle rostoucích dřevin, které po seříznutí u země zmlazují. Takové porosty nemají vzhled lesa, ale jsou to husté, nízké porosty, podobné vrbovám. Kácení prutů a jejich štěpkování by bylo obvyklými způsoby těžby dříví a štěpkování neúnosně pracné, a proto byly zkonstruovány speciální víceoperační stroje provádějící kácení, štěpkování i transport vyrobené štěpky v jedné integrované operaci. Používají se však i **modifikované zemědělské stroje**, zkonstruované původně pro sklizeň kukuřice na zeleno (sklízecí řezačky). Jen ve vysloveně malovýrobních technologiích lze uvažovat se sklizní křovinořezem. Upozornit je třeba na skutečnost, že pruty jsou velice pružné, a proto se štěpkují velmi obtížně (zejména jsou-li čerstvé).

**Štípačky** jsou konstruovány za účelem desintegrace dřevní hmoty na štěpiny polen využitelné především v domácnostech jako krbové dříví. Jejich podstatou je desintegrace polen na štěpiny (polénka). Konstrukčně je lze rozdělit na tři základní typové řady:

- klínové štípačky
- kuželové štípačky
- kolesnové štípačky.

Podrobnější informace o štípačkách jsou uvedeny v kap. 13.

**Výroba palivových špalíků** může být realizována škálou strojů a zařízení pro příčné a podélné dělení dřeva, snižujících pracnost, namáhavost a rizikovost prací před vlastním pálením dřeva. Vzhledem k tomu, že manuální zručnost populace klesá, nelze doporučit ruční štípání sekerou či kalačem, a to z důvodu rizika úrazu při občasně činnosti. Naštěstí se objevují i jednoduchá a bezpečná zařízení pro ruční štípání nařezaných špalíků. Stroje a zařízení pro výrobu palivových špalíků:

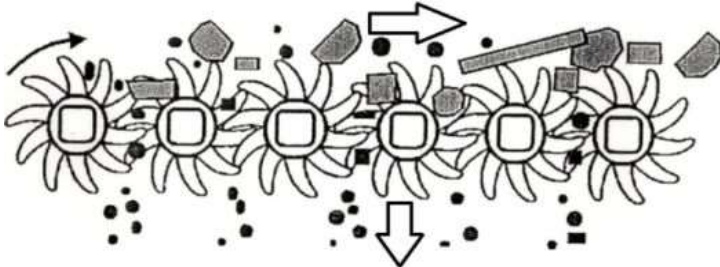
- ruční motorové řetězové pily, doplněné dřevěnými či kovovými kozlíky. U kozlíků je důležité, aby jejich provedení umožňovalo úplné proříznutí vloženého polena. Klasické kozlíky pro ruční obloukové pily jsou proto nevhodné. V nabídce prodejen pro kutily jsou i kovové kozlíky, ke kterým je pila připevněna čepem. To umožňuje jednou rukou posunovat poleno podávacím žlabem kozlíku a druhou rukou vést pilu do řezu. Vyrobené špalíky odpadávají na hromadu. Toto řešení je naprosto nevhodné, protože vlivem hluku a prašnosti ztrácí obsluha rychle koncentraci na práci a dochází k vážným úrazům, když selže koordinace posunu dříví levou rukou a vedení pily do řezu pravou rukou! Při výběru veškerého technického vybavení je nutné respektovat pravidlo, že obě ruce musejí být zaměstnány ovládacími prvky, aby se ani omylem nemohla některá ruka dostat do blízkosti pracovního nástroje!



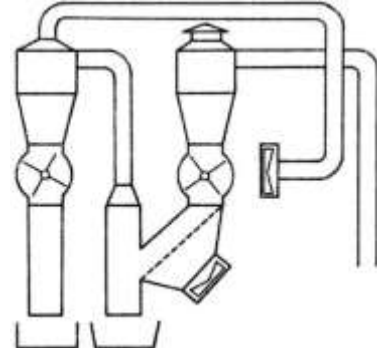
- kotoučové pily poháněné elektromotory či vývodovým hřídelem traktoru, doplněné hydraulickým válcem se štípacím klínem, jehož vícebřitý nástroj rozštípné odříznutý špalík na 2, 4, i více dílů. Odsun vyrobených špalíků je gravitací na hromadu či do transportního a skladovacího koše, nebo je odsun dopravníkem.
- šroubové štípací adaptéry na kotoučové pily
- hydraulické štípačky a kráčíčky pro bezpilinové podélné i příčné dělení dřeva, poháněné elektromotory (u stabilních typů) nebo vývodovým hřídelem traktoru. Pořízení takového zařízení je pro rodinné použití finančně náročné. V některých obcích se již objevují tato zařízení v půjčovnách, a tak lze štípačku půjčit stejně jako třeba bourací kladivo.
- víceoperační stroje pro zpracování surových kmenů i celých stromů na palivové špalíky, tzv. procesory na výrobu palivového dříví.

### 23.12.5. Třídění (separace) štěpky

Protože všechny technologie desintegrace dříví produkují frakce různých rozměrů a kvality a nastává riziko vzniku příliš velké frakce (v některých případech je štěpka navíc kontaminována zeminou), třídí se štěpky v případech, kdy je cílem jejich kombinované technologické a energetické využití. Nadrozměrná frakce by působila problémy tam, kde je automatizované přikládání do kotlů pomocí šnekových podávacích zařízení. Vysoká kontaminace zeminou či jinými cizorodými látkami zase působí problémy při hoření. Pro účely snížení či minimalizace podílu jemných částic zeminy nebo nadrozměrných částí lze použít různé typy třídíčů. Každé třídění však znamená zvýšení výrobních nákladů a zvýšení podílu prachových částic ve štěpkách. Prostorově i energeticky úsporné je třídění na vibračních sítích, kdy je velikost frakce dána velikostí ok síta a počet frakcí počtem sít pod sebou. Další možnosti třídění jsou na rotačních třídíčkách a proséváním na rotujících gumových hvězdicích. Nedostatkem třídění všemi těmito způsoby je, že frakce jsou vytrženy jen podle rozměru a nikoliv hmotnosti. Proto mohou vytržené štěpky obsahovat i kameny rozměru příslušné frakce. Pokud následuje na minerální příměsi citlivý způsob zpracování štěpek, je nezbytné je přetřít v proudu vzduchu.



Obr. 23.12. Prosévání štěpek na rotujících hvězdicích



Obr. 23.13. Třídění štěpek podle hmotnosti vzduchovým separátorem

Podle konstrukce dělíme **třídíče štěpky** do tří základních skupin:

- **lineární** – vyznačují se horizontálně uloženými sítí, která vibrují. Více sítí v jednom stroji umožňuje separaci většího počtu velikostních tříd. Konstrukčně jsou síta umístěna nad sebou či za sebou, kdy posun štěpky se děje díky vibračním sítím.
- **bubnové** – jedná se o bubny různé délky, kde lze regulovat jejich sklon a otáčky. Podle sít, které tvoří plášť tohoto bubnu je oddělována frakce, která velikostně odpovídá sítům. Nadměrná frakce je unášena bubnem až na jeho konec. Tato nadměrná frakce je znovu vrácena do procesu desintegrace. V případě, že je buben dostatečně dlouhý, může jeho plášť být tvořen více druhy sít, což umožňuje separaci více velikostních tříd.
- **diskové** – vyznačují se velkým počtem paralelně uložených rotujících hřídelů, které jsou opatřeny disky (někdy hvězdicemi, potom bývají nazývány hvězdicovými třídíči). Frakce splňující velikostní limit propadáva prostorem mezi disky, zatímco nadrozměrná frakce je unášena až na konec třídící sekce a je opět vrácena do procesu desintegrace.

### 23.12.6. Odvoz štěpky a jiných forem dendromasy

**Technologie pro odvoz štěpky** a jejich výběr záleží především na koncentraci (množství) a dopravní vzdálenosti. Obecně je vhodné přepravovat štěpku ve velkoobjemových kontejnerech o ložném objemu 60 až 90 m<sup>3</sup>. Z kalkulací i zkušeností vyplývá, že v běžných podmínkách České republiky je ekonomické vozit štěpku do vzdálenosti 50 km, v případě menších dodávek může být ekonomickým limitem i 20 km a je nutno používat velkoobjemové návěsy nebo kontejnery. Využití odvozních souprav, nakladačů a kontejnerů závisí od parametrů konkrétně zvoleného typu.

**Transport dlouhého a rovnaného dříví** patří mezi běžné činnosti lesního hospodářství. Doprava celých stromů po veřejných komunikacích vyžaduje úpravu odvozního prostředku znemožňující přesah větví přes obrys vozidla. Obvyklé je zavěšení gumotextilních pásů mezi klanice, čímž se vytvoří vanový prostor, do kterého se vkládají korunové části stromů. Celé **pařezy** jsou velmi nehomogenním materiálem, u kterého je vůbec nejhorší využití ložného prostoru dopravních prostředků. Proto je vhodné provést jejich desintegraci co nejbližší místa jejich vyklučení a dále transportovat drť. Je-li z různých důvodů nutné transportovat pařezy na delší vzdálenost, je vhodné upravit jejich tvar odstříháním kořenů hydraulickými nůžkami, aby byly při ukládání na ložnou plochu skladnější. Štěpky, piliny a drť se dopravují běžnými valníkovými vozidly. Vzhledem ke strhávání vrchních vrstev nákladu proudem vzduchu při jízdě, je jejich silniční přeprava možná jen v uzavřených vozidlech, nebo alespoň po zakrytí plachtou. U odvozních souprav návěsového typu je řešen nejčastěji problém dostupnosti, kapacity a způsobu vykládky. Vykládka z pachtovaného valníku se děje vysypáním nakloněním celé odvozní soupravy, vykládání z návěsů je umožněna pomocí systému „walking floor“.

Každý proces přepravy nutně zahrnuje nakládání a skládání dopravovaného substrátu. Tyto nedílné součásti přepravního procesu jsou časově náročné a snižují využití vozidla pro vlastní přepravu. Nabízí se proto řešení kontejnerovými přepravními systémy, minimalizujícími čas nakládání a skládání tím, že odstraňují manipulaci s každým kusem substrátu, a nahrazují ji manipulací s nákladem jako celkem. Doba naložení na kontejnerový nosič, i jeho složení netrvají déle než 2 minuty. Naložení a složení kontejneru je přitom možné kdekoliv, a to zařízením neseným na vozidle. Kontejnerovým přepravním systémem lze organizačně i technicky nejlépe vyřešit svoz dřevního odpadu z dřevozpracujících firem, protože přistavením vhodného počtu kontejnerů lze již na místě vzniku odpad vytrídít do skupin podle následné technologie zpracování. Současně není třeba blokovat vozidlo po celou dobu nutnou pro naplnění ložného prostoru. Nezanedbatelným přínosem je i udržení čistoty materiálu, protože odpadá potřeba vysypávání odpadu na zem, s nebezpečím naložení nečistot při následujícím nakládání. Jednoramenné nakladače kontejnerů mohou nakládat kontejnery nejen na nosič kontejnerů, ale i na přívěs.

Doprava kontejnery má však také svá úskalí. Kontejnery bývají plněny s delším časovým předstihem před odvozem samotným. V zimním období jsou potom kontejnery vystaveny mrazu a na kovové stěny kontejneru potom štěpka z důvodu relativně vysokého obsahu vody namrzá. Vrstva namrzlé štěpky na stěny kontejneru může dosahovat i 20 cm. Za situace, kdy je navíc dopravována zelená štěpka, která obsahuje velké množství vody, neumožňuje dopravci plně kapacitně vytížit odvozní soupravu z důvodu dodržení legislativních omezení stanovujících maximální hmotnost soupravy. Běžně se uvádí 40% vlhkost jako limitující, není-li překročena, dochází k plnému kapacitnímu vytížení odvozních souprav. Oba tyto problémy jsou alespoň z části řešeny inovací v konstrukčních materiálech kontejnerů, vyrobených na bázi kompozit, které jsou výrazně lehčí (snižují hmotnost prostředku), mohou obsahovat izolační vrstvu, čímž nejsou tak náchylné na ulpívání (namrzání) štěpky na stěnách kontejnerů.

### 23.12.7. Skladování štěpky

Skladování štěpky je obtížné z důvodu náročnosti na plochu, kvůli nebezpečí degradace materiálu při delším skladování na nekrytém prostranství a kvůli riziku samovznícení při zahřátí probíhajícími procesy uvnitř hromad. Řešením je zkrácení doby skládkování.

Dlouhodobé skladování štěpek je nevhodné. Činností živých parenchymatických buněk, oxidací, hydrolyzou celulózních složek v kyselém prostředí a biologickou aktivitou bakterií a hub se štěpky rozkládají. Tím dochází ke ztrátě objemu a zvyšování vlhkosti.

		Měsíce skladování							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Ztráta objemu	%	0	3,0	5,5	5,5	5,5	5,5	3,0	3,0
Kumulovaná ztráta objemu	%	0	3,0	8,5	14,0	19,5	25,0	28,0	31,0
Skutečný objem	%	100,0	97,0	91,5	86,0	80,5	75,0	72,0	69,0

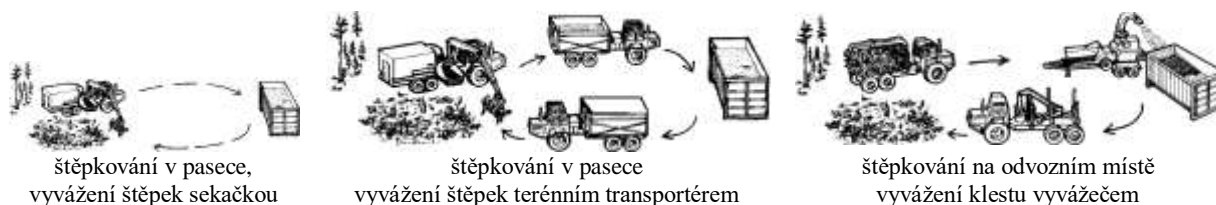
Tab. 23.27. Ztráty objemu při skladování energetické štěpky

**Skladování materiálu ke štěpkování** se jeví jako výhodnější ve srovnání se skladováním vlastní štěpky. Výhodou je prosychání tohoto materiálu a nehrozící riziko vzplanutí. Je však nutné upozornit na nevýhody. Sklárky jsou na OM téměř výhradně umístěny na nezpevněné ploše a spodní část větví je tedy v kontaktu s půdou, kde jakékoliv vysychání nelze očekávat, navíc hrozí další kontaminace štěpky zeminou. Druhou nevýhodou je sezónnost počasí a schopnost dřevní hmoty opět absorbovat vlhkost, i když ne do takové úrovně, jako mělo těsně po těžbě. Proto bývá materiál na OM přikryt na různé bázi založenými plachtami, které omezují promokání skládek a tedy opětovnou absorpci vody.

Skladování materiálu u odběratele je též možné. Z kapacitních důvodů se děje jen v omezené míře, kdy si odběratel vytváří spíše předzásobu, která je použita pouze v případě náhlého výpadku dodávek.

### 23.12.8. Velkovýrobní technologie štěpkování

Při štěpkování klestu přetrvává názor, že je nejlépe jej štěpkovat terénními sekačkami na pasece, co nejbližší místa jeho vzniku, a na odvozní místo transportovat štěpky. Praxe tento názor nepotvrzuje. Koncentrace klestu ke štěpkování nebývá na pasece tak vysoká, aby umožnila plné využití sekačky a jejím přejížděním a ustavováním do pracovního postavení vznikají časové ztráty. Ani doprava štěpek místo klestu není jednoznačně výhodnější, protože objemové využití ložného prostoru klestem může být při jeho hutnění téměř srovnatelné s využitím ložného prostoru štěpkami. Hustota volně sypaných štěpek je asi  $200 \text{ kg/m}^3$  a hustota klestu hutněného hydraulickou rukou dosahuje až 80 % této hodnoty. Z toho lze odvodit, že ztráta dopravních kapacit může být překryta zvýšenou výkonností sekačky na odvozním místě. Pro přesun štěpkování z těžební plochy na odvozní místo hovoří i cenové relace. Sekačky na terénních podvozcích jsou nejméně o 20 % dražší než sekačky na automobilních podvozcích, což při srovnatelné výkonnosti znamená, že přímé náklady budou u terénních sekaček o 20 % vyšší. Vzhledem k vyšším hmotnostem terénních sekaček, jejich nízké svahové dostupnosti, maloplošným těžbám a převládajícím terénním podmínkám v ČR lze použití technologií se štěpkováním u komunikace považovat za univerzálnější než štěpkování v terénu. Soustředění klestu před štěpkováním na odvozním místě je řešitelné vyvázečnými stroji.



Obr. 23.14. Varianty velkovýrobních technologií štěpkování

### 23.12.9. Malovýrobní technologie štěpkování

Cílem malovýrobních technologií není nejvyšší výkonnost, ale štěpkování jednoduchými, cenově dostupnými prostředky nenáročnými na kvalifikaci obsluhy. Vyrobené štěpky nemusí být ani určeny pro trh, ale pro vlastní spotřebu. Vzhledem k používání různých těžebních metod, různorodosti štěpkovaných materiálů a pestrosti přírodních poměrů je ceněna především univerzálnost technologie i

při její nižší výkonnosti a vyšší pracnosti. Proto malovýrobní technologie používají jednoduché sekačky s ručním podáváním, tažené a poháněné traktory nižších výkonů, které jsou po část roku využívány v jiných činnostech. V prořezávkách a probírkách (kdy nenapadají užitkové sortimenty) se stromky kácí motorovou pilou (křovinořezem) a snášejí se k přibližovací lince, po které pojíždí traktor se sekačkou a přívěsem, do kterého se štěpky foukají. Stromky větších dimenzí je možné vyklidit k lince lanem navijáku traktoru.



Obr. 23.15. Malovýrobní technologie štěpkování celých stromů ve výchovném zásahu

V sortimentní metodě motomanuální (kmen se odvětvuje a rozřezává na výřezy v místě těžby) jsou klest a vršky stromů rozptýleny po ploše porostu. Proto se snáší na hromady u přibližovací linky, na které se štěpkují. Pro snížení pracnosti lze snášet jen vršky stromků a rozptýlený klest ponechat v porostu. V kmenové metodě (strom se po pokácení odvětví na místě, a pak se v celé délce dopravuje k odvoznímu místu) lze využít navijáku traktoru k vyklizování kmenů k přibližovací lince, i k vyklizení vršků. Klest se snáší k lince ručně, nebo se ponechává v porostu. Štěpkování je na lince. Ve stromové metodě jsou celé stromy soustředěny až na odvozní místo, kde se odvětví. Klest a vršky jsou tak koncentrovány na odvozním místě, kde se štěpkují. Pro pohon sekačky lze použít též traktor, kterým byly soustředovány stromy. Za jistých okolností (netvárné, sukaté stromy; odumírající stromy v imisních oblastech) může být vhodné štěpkování celých stromů.



sortimentní metoda

kmenová metoda

stromová metoda

Obr. 23.16. Malovýrobní technologie štěpkování v různých těžebních metodách

### 23.13. Ekonomické aspekty výběru technologií štěpkování

Při štěpkování celých stromků z prořezávek a probírek je dosahováno nejnižší pracnosti při štěpkování na přibližovací lince, protože uchopení svazku stromků drapákem a vsunutí do sekačky je rychlejší než nakládání stromků na vyvážecí soupravu. Při štěpkování klestu z obnovních těžeb kmenovou metodou je nejnižší pracnost při štěpkování na odvozním místě, po vyvezení klestu z paseky vyvážecím strojem. Sbíráni klestu na pasece drapákem vyvážecího stroje, jeho vyvezení a seštěpkování na odvozním místě je příznivější než ruční snášení klestu na hromady, štěpkování terénní sekačkou a vyvážení štěpek v zásobníku sekačky na odvozní místo. Při štěpkování klestu z obnovních těžeb realizovaných stromovou metodou není transport klestu na odvozní místo samostatnou nákladovou operací, protože je součástí operace předchozí – soustředování stromů s větvemi. Při štěpkování celých stromů z obnovních těžeb a stromů rostoucích mimo les, je nejnižší pracnost při štěpkování na těžební ploše, protože uchopení stromu drapákem a jeho vsunutí do sekačky je rychlejší, než ukládání stromu na ložnou plochu vyvážecí, resp. odvozní soupravy. Při zpracovávání pařezů je nejnižší

pracnost při drcení pařezů mobilním drtičem na odvozním místě, a vzhledem k neskladnosti pařezů vychází pro tuto variantu i celková vhodnost nejvyšší.

Použití terénních sekaček zdražuje výrobu štěpek, protože jsou dražší než sekačky na silničních podvozcích nebo sekačky stacionární, aniž by byl mezi nimi výkonnostní rozdíl. Podíl odpisů je proto vyšší. Vyrobené štěpky je nejlépe foukat rovnou do transportního prostředku či kontejneru. Vysypávání na deponii a druhotné nakládání na odvozní prostředek je nevhodné, protože zvyšuje pracnost a spotřebu pohonných hmot. Navíc dochází ke ztrátám štěpek a jejich znečištění. Nakládat štěpky není možné libovolným nakladačem, protože hrana ložného prostoru velkoobjemových odvozních prostředků je až 4 m od země. Štěpkování na centrálním místě zpracování (terminálu) je zpravidla nejvhodnější z hlediska celkové vhodnosti posuzované metodami multikriteriálního rozhodování, nebo je srovnatelné s vhodností štěpkování na odvozním místě. Přestože je doprava materiálu ke štěpkování na terminál pracnější než štěpkování na odvozním místě, je tento handicap překryt přírůsky z použití levnějších strojů a zařízení v celém řetězci. Je zde i možnost vyrobené štěpky přetřídit a vytríděné frakce optimálně zpeněžit. Výroba štěpek na centrálním místě zpracování rovněž nejlépe vyhoví podmínce dezintegrovat materiál pokud možno v co nejkratší době před jeho spotřebou, a také případné zvyšování směnnosti je na centrálním místě zpracování snazší než na venkovních pracovištích.



Obr. 23.17. Využití odvozní kapacity vozidla při transportu různého materiálu (John Deere)

### 23.14. Rizika odnámání dendromasy z lesních ekosystémů

Při využívání klestu je objem dendromasy odejmuté z lesa vyšší než při běžném hospodaření. To vyvolává obavy, zda odnámání živin a organických látek z přírodního koloběhu není na úkor výživy porostů. Kvalita stanoviště je z hlediska produkce dříví dána zásobou živin v půdě, režimem půdní vlhkosti, hloubkou půdních horizontů, a v lesnické praxi se vyjadřuje bonitním stupněm konkrétní dřeviny. Lze proto předpokládat, že na stanovištích s lepší než průměrnou bonitou bude nebezpečí snížení produkční schopnosti nižší než na stanovištích s bonitou podprůměrnou. Pokud byl kdy zjištěn vliv odnámání dendromasy na produkční schopnost stanoviště, jednalo se výhradně o hrabání lesního steliva. Jen při totálním odstranění drobného opadu z povrchu půdy se prokázal pokles produktivnosti, a to jen na chudých stanovištích. Samotné odnámání kmenového dříví, jako faktor snižující produktivnost stanoviště, nebylo prokázáno. Důvodem je zřejmě nestejný obsah živin v jednotlivých složkách dendromasy.

Živiny v mg.g <sup>-1</sup> (vzájemné relace)					
Složka dendromasy	N	P	K	Ca	Mg
Dříví hroubí	0,55 (1)	0,04 (1)	0,53 (1)	0,90 (1)	0,12 (1)
Kůra	4,30 (8)	0,60 (15)	4,00 (8)	8,90 (10)	0,60 (5)
Větve (s kůrou)	6,50 (12)	0,65 (16)	3,40 (6)	2,20 (2)	0,62 (5)
Jehličí	11,50 (21)	1,15 (29)	5,00 (9)	4,00 (4)	0,95 (3)

(podle KREUTZER, 1973)

Tab. 23.28. Obsah živin v dendromase smrku

V prvních řádcích je množství živin v absolutních hodnotách a v závorkách ve spodních řádcích jsou čísla představující relativní obsah živin v příslušné složce dendromasy. Obsah každého prvku ve dříví hroubí je vyjádřen relativní hodnotou jedna. Čísla v závorkách tak vyjadřují, kolikrát je oproti dříví vyšší obsah příslušného prvku v této složce dendromasy. Z tabulky je zřejmé, že obsah živin v ostatních složkách dendromasy je 2-29 krát vyšší, než ve dříví, a že zcela nejvyšší podíl živin je obsažen v jehličí. To vysvětluje, proč při hrabání lesního steliva docházelo k ochuzení stanoviště, a na druhé straně to naznačuje, že pokud bude proces zpracování těžebního odpadu přerušen po těžbě a materiál bude ponechán k vyschnutí doprovázenému opadem jehličí, zůstane většina živin obsažených v dendromase zachována v koloběhu živin uvnitř ekosystému. Časové přerušení výrobního procesu při energetickém využívání těžebního odpadu se tedy jeví žádoucí nejen z hlediska zlepšení parametrů energetického využití dendromasy (zvýšení efektivní výhřevnosti), ale i z hlediska ekofyziologického.

### 23.15. Kvantifikace dendromasy k energetickému využití

Při úvahách o možnostech energetického využívání dříví na podnikatelské úrovni bývá první otázkou, zda je, a nadále bude v ČR dříví dostatek, a zda má význam se na energetické využívání dříví orientovat.



Obr. 23.18. Rozdělení vyprodukované dendromasy

Z obrázku vyplývá, že jen 60-65 % dendromasy je z lesa odváženo jako kmenové dříví s kůrou. Kůra však nebývá zpracovávána, a proto není předmětem lesní hospodářské evidence. Protože je podíl kůry na hmotě kmene cca 10 %, znamená to, že dříví odvážené z lesa představuje jen o něco více než 50 % vyprodukované dendromasy. To znamená, že podobné množství zůstává v lese a na místech zpracování. V ČR tak při vytěžení 16 mil. m<sup>3</sup> dříví bez kůry ročně zůstává teoreticky k dispozici stejné množství dendromasy. Celé toto množství nebude nikdy využitelné z technických, ekonomických a ekologických důvodů. Využitelná může být asi 1/3, což představuje více než 5 mil. m<sup>3</sup> dendromasy ročně. Mimo těžebního odpadu zůstávají v lesích stromky po prořezávkách (ročně 600 tis. m<sup>3</sup>) a stromky z prvních probírek (ročně 825 tis. m<sup>3</sup>).

Materiály, představující rezervu dendromasy k energetickému využití, jsou heterogenní z hlediska rozměrů i kvality a vznikají na různých lokalitách. Proto je nutné jejich soustředění na vhodné místo a homogenizace. Obě tyto činnosti jsou pracné a nákladné, a proto se k využití dendromasy z lesa přistupuje až poté, když jsou vyčerpány zdroje odpadového dříví u zpracovatelů dříví a zdroje dříví již použitého. Pro jejich energetické využití je významné, že náklady na jejich dopravu do místa zpracování jsou obsaženy v ceně konečného výrobku, a že se jedná o odpady ve smyslu zákona o odpadech (jako takové musí být nějakým způsobem likvidovány). Jejich získání je proto levnější, než získání těžebních odpadů z lesa. V praxi proto bude účelné co největší část kapacity uvažovaného topeniště pokrýt odpady od zpracovatelů dřeva, a až zbývající část kapacity doplnit dendromasou z lesa. Energeticky využívaným dřívím ale nemusí být jen dřevní odpady. Aktuální ceny energií ovlivňují druhování vytěženého dříví v tom smyslu, že hranice technologické kvality palivového dříví



se pohybují podle cen energií, a podle poptávky a nabídky na trhu se dřívím. Při nasycené poptávce po vlákninovém dříví a vyšším zájmu o palivové dříví se proto může část vlákniny nižší jakosti přesunout do paliva, aniž by to muselo pro vlastníka lesa znamenat pokles tržeb za dříví. Při dlouhodobém zájmu o palivové dříví a jeho dostatečně vysoké ceně, může být podnikatelsky zajímavé i záměrné pěstování energetických lesů.

Odhady zdrojů těžebního odpadu se odvozují z celkové výše těžeb hroubí bez kůry nebo z výměry lesní půdy. Pro rámcové posouzení reálnosti záměru to bývá postačující. Pro detailní kalkulaci musí být ověřeno, zda jsou tyto odpady skutečně disponibilní, tj. zda již nejsou využívány, nebo vázány smlouvou s jiným zájemcem. Vzhledem k tomu, že realizace podnikatelského záměru trvá vždy určitý čas, je vhodné si dopředu zdroje odpadů právně pojistit smlouvou o smlouvě budoucí. Pro orientační kvantifikace těžebního odpadu lze použít tyto metodiky:

### Simanov

**Množství těžebního odpadu v m<sup>3</sup> = 1/3 z evidovaného vytěženého dříví v m<sup>3</sup> bez kůry**

Metodika se hodí pro velká území s vyrovnaným objemem ročních těžeb. (Nepřesná je v tom, že za disponibilní zdroj považuje kůru, která může při prodeji vytěženého dříví odcházet mimo region).

### Polák

**Množství těžebního odpadu v m<sup>3</sup> = 1,04 m<sup>3</sup>/ha lesní půdy a rok**

### Jonas & Görtler

Množství těžebního odpadu =	<b>1,53 – 1,62 prm/ha lesní půdy a rok</b>
	<b>0,57 – 0,60 m<sup>3</sup>/ha lesní půdy a rok</b>
	<b>0,51 – 0,54 tun/ha lesní půdy a rok</b>
	<b>4 GJ/ha lesní půdy a rok (při čerstvém dříví)</b>

Uvedené **metodiky nedávají shodné výsledky**. Podle obvyklého označování výsledků dává metodika podle Simanova výsledky optimistické a metodika Jonas & Görtler výsledky pesimistické. Přesnější kalkulace se provádějí podle taxačních veličin porostů určených k těžbě nebo porostů již vytěžených.

Sortiment	I/07	IV/07	I/08	IV/08	I/09	IV/09	I/10	IV/10	I/11	IV/11	I/12
Smrkové výřezy III.A/B	2 113	1 778	1 896	1 391	1 285	1 535	1 687	1 983	2 016	2 111	2 165
Smrkové výřezy III.D	1 243	964	1 043	790	823	1 000	975	1 192	1 292	1 399	1 463
Dřevovina (jehl. IV.tř.)	1 120	990	1 002	818	927	932	992	1 066	1 163	1 103	1 060
Vláknina smrk (V.tř.)	806	747	740	576	570	734	805	814	951	938	887
Vláknina bor (V. tř.)	817	747	747	592	553	688	753	837	911	914	926
Vláknina buk (V. tř.)	967	875	963	878	935	912	989	982	1 010	1 120	1 083
Jehličnaté palivo (VI. tř.)	465	440	469	460	498	571	618	570	631	721	755
Listnaté palivo (VI. tř.)	644	661	752	704	798	780	954	834	849	971	983

**Tab. 23.29. Pohyb cen vybraných sortimentů surového dříví v tuzemsku (v Kč/m<sup>3</sup>)**

Odlíšnost regionální poptávky po dříví a přepravní náklady způsobují výrazné rozpětí cen jednoho a téhož sortimentu surového dříví v různých krajích republiky. V extrému činil u listnatého palivového dříví rozdíl cen od průměru přes 60 %, a nejvyšší cena za dřevovinu smrk (IV. třídě jakosti), předstihla v konkrétním kraji průměrnou cenu smrkových výřezů III. D. (III. třídy jakosti). Regionální rozdíly v cenách surového dříví jsou tedy natolik významné, že je nutné s nimi ve všech podnikatelských záměrech počítat.

Sortiment	Nejnižší Cena	Nejvyšší Cena	Průměrná cena	Rozdíl cen min/max.	Odchylka od průměru
Smrkové výřezy III.A/B	1 276	1 533	1 391	257	18,4 %
Smrkové výřezy III. D	744	875	790	131	16,6 %
Dřevovina smrk	722	891	818	169	20,7 %
Vláknina smrk	512	672	576	160	27,8 %
Vláknina bor	472	684	592	212	35,8 %
Vláknina buk	683	1 043	878	360	41,0 %
Jehličnaté palivo	407	550	460	143	31,1 %
Listnaté palivo	459	891	704	432	61,4 %

podle ČSÚ, jednotlivé kraje ČR, IV. čtvrtletí/2008

**Tab. 23.30. Regionální rozdíly cen vybraných sortimentů surového dříví (v Kč/m<sup>3</sup>)**

### 23.16. Kapacitní a ekonomické kalkulace

Detailní technicko-ekonomické kalkulace podnikatelského záměru jsou pracné, proto jim předchází základní rozhodnutí, provedené na základě porovnání předností navrhovaného řešení s jeho nedostatky, a porovnání očekávaných profitů a ztrát. Předpokládané tržby se přitom snižují o předvídanou míru rizika odvětví, míru rizika území a inflační vlivy. **Kapacitní kalkulace** by měla uvést do optimálního vztahu energetický zdroj – topeniště (výkon a hodiny provozu za rok) s disponibilními zdroji biomasy (pokud se týká nákladů na pořízení biomasy, její dopravu a skladování, a rovnoměrnosti dodávek). Každý zdroj se posuzuje nejméně ve dvou parametrech: v ceně pořízení a potenciálu. U sortimentů, které se nenakupují, ale získávají vlastní činností, se místo ceny uvažují náklady. Protože výhřevnost biomasy závisí na okamžité relativní vlhkosti, je vhodné zahrnout jako parametr hodnocení i relativní vlhkost, a cenu biomasy (náklady na její získání) vztahovat v konečné fázi na 1GJ tepla. Například přerušení výrobního procesu štěpek, umožňující vyschnutí dříví, je z hlediska provozní ekonomiky velmi příznivé, protože při poklesu relativní vlhkosti štěpek z 60 na 40 % se zvyšuje výtěžnost efektivně získatelné tepelné energie ze štěpek o 40 %, při stejných nákladech na výrobu, resp. náklady na získání tepelné energie se tímto jednoduchým opatřením snižují o 23 %. Obdobný efekt mají i opatření, kterými se zabrání zvlhnutí biomasy, např. skladováním pod přístřeškem. Při přepočtech nákladů na získatelný 1 GJ tepla je třeba brát v úvahu i to, že každé palivo může být spalováno v topeništích s různou účinností.

Dřevina	Měrná hmotnost absolutní sušiny kg/m <sup>3</sup>	Index měrné hmotnosti	% relativní vlhkosti													
			65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
			Index výhřevnosti v závislosti na vlhkosti													
			52	68	85	100	116	133	148	164	180	196	212	229	244	260
Jehličnaté dřeviny (pro jehličnaté dřeviny je etalonem výhřevnosti smrk)																
Borovice	389,778	1,14	59	95	97	114	132	152	169	187	205	223	242	261	278	296
Smrk	341,394	1,00	52	68	85	100	116	133	148	164	180	196	212	229	244	260
Jedle	278,844	0,82	43	48	70	82	95	109	121	134	148	161	174	188	200	213
Listnaté dřeviny (pro listnaté dřeviny je etalonem výhřevnosti buk)																
Akát	684,066	1,21	63	82	103	121	140	161	179	198	218	237	257	277	295	315
Habr	675,851	1,19	62	81	101	119	138	158	176	195	214	233	252	273	290	309
Jasan	674,403	1,19	62	81	101	119	138	158	176	195	214	233	252	273	290	309
Dub	626,600	1,10	57	75	94	110	128	146	163	180	198	216	233	252	268	286
Dub cer	587,400	1,04	54	71	88	104	121	138	154	171	187	204	220	238	254	270
Buk	567,491	1,00	52	68	85	100	116	133	148	164	180	196	212	229	244	260
Javor	559,453	0,96	50	65	82	96	111	128	142	157	173	188	204	220	234	250
Bříza	530,262	0,93	48	63	79	93	108	124	138	153	167	182	197	213	227	242
Osika	476,113	0,84	44	57	71	84	97	112	124	138	151	165	178	192	205	218
Jilm	381,469	0,67	35	46	57	67	78	89	99	110	121	131	142	153	163	174
Lipa	381,245	0,67	35	46	57	67	78	89	99	110	121	131	142	153	163	174
Olše	356,798	0,63	33	43	54	63	74	84	93	103	113	123	134	144	154	164
Topol	274,400	0,48	25	33	41	48	56	64	71	79	86	94	102	110	117	125
Vrba	271,128	0,48	25	33	41	48	56	64	71	79	86	94	102	110	117	125

Tab. 23.31. Efektivní výhřevnost dříví, jako vztah mezi měrnou hmotností dříví a jeho relativní vlhkostí

Konstrukce tabulky 23.31. (SIMANOV, 2010) vychází z úvahy, že na trhu se nejčastěji realizuje palivové dříví jehličnaté a listnaté, a to bez zohlednění okamžité vlhkosti dříví. V určitou dobu je tak možno koupit za cenu palivového dříví listnatého jak palivové dříví habrové, tak vrbové, a to s nestejnou okamžitou vlhkostí. Při stejné ceně za jednotku objemu dříví (prm, m<sup>3</sup>) se tak prodává zásadně odlišné množství potenciálně získatelné energie. Tabulka uvažuje jako etalon smrk a listnaté buk. Za etalon vlhkosti se v obou případech považuje 50 % r.v. (ta se asi nejvíce přibližuje reálné vlhkosti v době prodeje dříví – do tří měsíců po těžbě).

*Příklad: Koupí 1 prm palivového dříví bukového o vlhkosti 50 % r.v., koupíme 100 % „potenciální energie“. Koupíme-li ale 1 prm palivového dříví vrbového o vlhkosti 65 % r.v., koupíme jen 25 % „potenciální energie“ ve srovnání s etalonem. Naopak, koupíme-li 1 prm palivového dříví akátového, proschlého na 25 % r.v., koupíme 218 % „potenciální energie“ ve srovnání s etalonem. Při nákupu vyschlých akátových odřezků z truhlárny (15 % r.v.) bychom získali dokonce 257 % „potenciální energie“ ve srovnání s etalonem.*

Tabulka dokumentuje, jak nespravedlivé je obchodování s palivovým dřívím na základě jeho objemu! Na druhé straně může být vodítkem pro seriózní cenová vyjednávání. Upozornit je však třeba na to, že

se v tabulce jedná o potenciál okamžitého energetického využití. Každé dříví uložené tak, aby na vzduchu vysychalo, svůj energetický potenciál samovolně zvyšuje. Je tedy možné koupit za dobrou cenu dříví vlhké, a počkat si až se jeho energetický potenciál proschnutím zvýší. Obdobně může tabulka posloužit pro posouzení, zda je ekonomicky a energeticky zajímavé nakupovat dříví již suché (sušené uměle).

Sortiment	Aktuální cena	Měrná hmotnost	Výhřevnost absolutně suchého dříví	Cena 1 MJ energie získatelné z absolutně suchého dříví
Palivo jehličnaté	633,00 Kč/m <sup>3</sup>	341,394 kg/m <sup>3</sup>	cca 19 MJ/kg	0,098 Kč
Palivo listnaté	827,00 Kč/m <sup>3</sup>	567,491 kg/m <sup>3</sup>	cca 19 MJ/kg	0,077 Kč

cenová hladina II.Q 2010

**Tab. 23.32. Cena 1 MJ energie, potenciálně získatelné z 1 m<sup>3</sup> dříví**

Tabulka 23.32., zkonstruovaná pro porovnání získatelné energie z jehličnatého a listnatého dříví, dokumentuje, že pro energetické využití dříví má jeho nákup v objemových jednotkách jen omezený význam, resp. má význam evidenční. Rozhodující je cena potenciálně získatelné energie. V tomto případě je pro převedení „na společného jmenovatele“ použit přepočítání na absolutní sušinu. Ta bude sice v praxi nedosažitelná, ale lze dokumentovat, že nákup dražšího sortimentu může být z hlediska energetického výhodnější.

Při kalkulaci nákladů na získání biomasy vlastní činností je nutné detailně znát technologie výroby, dopravy, úpravy a skladování. Pod pojmem detailně znát je skryta znalost technologií; znalost pracností (mzdové náročnosti); energetické náročnosti (spotřeby pohonných hmot a elektrické energie); pořizovacích cen strojů a zařízení; provozní spolehlivosti strojů a zařízení (míry poruchovosti a s tím související potřeby oprav a servisních prací) i technické a morální životnosti technologií. Vykalkulované hodnoty nejsou platné jednou provždy, ale mohou se měnit v závislosti na technickém rozvoji, vývoji zásob neobnovitelných zdrojů, a na společenských změnách. Proto je potřebné provést citlivostní analýzu, což je ověření, o kolik % se změní výsledná hodnota při změně jednotlivého vstupního parametru o 5 %, 10 %, 15 %. Například, o kolik % se změní výsledná cena GJ tepla, když se cena nafty (spotřebovávané v procesu výroby) změní o výše uvedená %. Vzhledem k tomu, že existuje velká kombinační volnost mezi jednotlivými vstupními parametry, je citlivostní analýza pracná. Je však mimořádně významná, protože může odhalit rizika projektu, která nejsou na první pohled zjevná. Při posuzování rizikovosti projektu je třeba brát v úvahu i možnou proměnlivost údajů, které se do kalkulací přímo nezahrnují. V případě projektů na energetické využití biomasy např. ceny jiných energií, se kterými je energie z biomasy konfrontována na trhu.

Cenové relace mezi fosilními palivy a štěpkami jsou od března 1993 takové, že cena 1 GJ tepla ze štěpek se nachází pod cenou 1 GJ z hnědého uhlí. To signalizuje, že provoz výtopny na štěpky může být výhodnější, než provoz výtopny na hnědé uhlí. Ale rozdíl mezi cenami energie ze štěpek a z hnědého uhlí není tak vysoký, aby stimuloval investování do topenišť na dříví, která jsou výrazně dražší.

Zásadním problémem je stanovení relativně spravedlivé ceny za energetické dříví. V ČR je zatím trh s ním natolik nestabilní, že prodejní ceny nemusí odrážet reálné náklady výrobce. Pro porovnání prodejních cen lze ale použít údaje z Rakouska, protože blízkost tamních poměrů a propojenost trhu s ČR to umožňují. Pozn.: K nákladům by měly být započítány náklady na skladování (po dobu dvou let) a náklady na dopravu k zákazníkovi.

Činnost	Výkonnost prm/hod	Technologické náklady €/prm	Mzdové náklady €/prm	Náklady celkem €/prm
Těžba	2,5–3,5	1,4–2	2,9–4	4,3–6
Přiblížování	6,5	5,8	1,5	7,3
Krácení	5–7	0,7–1	1,4–2	2,1–3
Štípaní a rovnání	3–5	3,5–5,8	4,8–8	8,3–13,8
Výroba 1 prm štěpin		bez DPH		22–30,1
Řezání špalíků	3,5–5	0,4–0,6	3,2–4,5	3,6–5,1
Palivové špalíky		bez DPH		25,6–35,2

(podle JONAS, HANEDER, FURTNER, 2005)

**Tab. 23.33. Náklady na výrobu palivových špalíků v Rakousku**

Činnost	Průměrné náklady €/prm bez DPH
První probírka smrk	14,85
První probírka borovice	17,35
První probírka buk	14,65
Sklizeň a štěpkování vrbového proutí	16,40
Těžba a štěpkování v pařezinách	17,45

(podle JONAS, HANEDER, FURTNER, 2005)

**Tab. 23.34. Náklady na výrobu energetických štěpek v Rakousku**

Pozn.: Do nákladů na probírky jsou zahrnuty náklady na těžbu, odvětvování 60 % těžných stromů, soustředování 40 % celých stromů určených ke štěpkování + klestu, transport do 30 km a štěpkování. Vlhkost štěpek je ve třídě W 35 (relativní vlhkost 30-34 %).

### 23.17. Biogenní paliva

Jako biogenní paliva jsou označovaná zušlechtěná paliva na bázi biomasy, jejichž pálení přináší vyšší uživatelský komfort, než pálení kusového dřeva či štěpek.

**Dřevný prach** vzniká při mletí a broušení dřeva, buď jako vedlejší produkt dřevařské výroby při povrchové úpravě, nebo při záměrném výrobním postupu, kdy jsou štěpky, nebo jiné dřevní materiály mlety na prach. Ten je poté prudce sušen, čímž vzniká jemné prachové topné medium, chovající se jako kapalina. Může proto být dopravováno v cisternách a spalováno v topeništích pro kapalná paliva.

**Biobrikety a pelety** se vyrábí lisováním materiálu vhodné zrnitosti (frakce do 8x8x1 mm) za tlaku 14-31,5 MPa, a vysoké teploty, kdy lignin plastifikuje a přejímá funkci pojiva. Dochází přitom k objemové redukci materiálu 12:1. Lze vyrábět i brikety kombinované – ze dřeva a uhlénoho prachu, do kterých se přimíchává mletý vápenec, na který se váže síra z uhlí, která se pak při spalování neuvolňuje do ovzduší, ale zůstává vázána v popelu. Energeticky je výroba briket a pelet náročná, protože vyžaduje vyšší desintegraci vstupního materiálu a snížení jeho vlhkosti na 10 % r.v. a méně. Výhodná je výroba z materiálu dezintegrováného a vysušeného v průběhu jiného technologického procesu – z pilin a hoblin z vysušeného řeziva při dřevozpracující výrobě. Výsledkem briketování dříví je zušlechtěné palivo s nízkým obsahem síry (do 0,07 %), s výhřevností 18–20 MJ.kg<sup>-1</sup> (4 400 až 4 800 kcal.kg<sup>-1</sup>, ≥ 5,0 kWh/kg), s relativní vlhkostí 5–9 %, o objemové hmotnosti 800–1 000 kg.m<sup>-3</sup>, se zůstatkem popela do 0,5 %, schopné prostorově úsporného skladování, a to při relativní vlhkosti vzduchu do 80 % po prakticky neomezenou dobu. Doba hoření briket je 180-240 minut, při teplotě 300-700 °C. Na rozdíl od briket, vyžadujících speciální strojní vybavení, lze pelety vyrábět i na linkách pro granulovaná krmiva. Lze tak zvýšit využití těchto zařízení mimo sezónu výroby zelených úsušků. Vstupním materiálem mohou být štěpky, které se dále dezintegrují v kladívkovém šrotovníku (drtiči) krmiv. Vzniklý materiál se suší v bubnové sušičce (při teplotě až 320 °C) a lisuje na tvarovací lince. Nevýhodou je poddimenzování šrotovníku pro štěpky a nižší tlak tvarovací linky, mající za následek nižší soudržnost pelet a zkrácení životnosti zařízení. Výroba briket a pelet bývá konfrontována s přímým spalováním štěpek. Obvykle se přitom výroba briket považuje za energeticky a tím i ekonomicky nevýhodnou. Objektivně je však třeba brát v úvahu následující aspekty:

- výroba briket vyžaduje jednorázovou, místně koncentrovanou investici do strojního zařízení, ale spalování briket je pak možné v malých, prostorově rozptýlených topeništích
- spotřebu energie pro sušení štěpek před briketováním či peletováním není správné považovat za energetickou ztrátu, protože se tím získává palivo o vysoké výhřevnosti, při jehož spalování již odpadá fáze vysušování. Centrálně vložená energie se tak získává zpět v prostorově rozptýlených topeništích
- briketování a peletování snižuje následnou dopravní náročnost (nepřeváží se voda a vzduch), a snižuje se i velikost skladovacích prostor u odběratelů.
- komfort obsluhy topenišť na pelety je srovnatelný s obsluhou plynových kotlů.
- biobrikety (pelety) ze dřeva i jiných organických materiálů (kukuřičných palic, slámy, travin) jsou vhodné pro topeniště nízkých výkonů s přerušovaným provozem.

**Dřevěné uhlí** je drobný až kusovitý, tvrdý, pórovitý, snadno hořlavý, vysoce uhlíkatý nekystalický produkt suché destilace dřeva, mající černou barvu, matný kovový lesk, výraznou dřevitou strukturu,

při nárazu kovový zvuk, lasturovitý lom a vysokou absorpční schopnost. Obsahuje nízký podíl síry, bod vznícení má v rozmezí 300-400 °C, výhřevnost průměrně 27,2 MJ.kg<sup>-1</sup> (až 1,8 krát vyšší než dřevo), a měrnou hmotnost 140-220 kg.m<sup>3</sup>. Dřevěné uhlí má vlhkost do 8 % r.v., obsah prchavých látek v sušině do 12 %, obsah popela v sušině do 2 % a obsah uhlíku minimálně 80 %. Čím vyšší je karbonizační teplota, tím vyšší je i obsah uhlíku, který může být i přes 90 %. Drobnost uhlí je ovlivněna především použitou dřevinou. Nejvíce se drobí uhlí vyrobené z topolu, lípy, olše, javoru a břízy, a nejméně z jehličnatých dřevin. Dobře vypálené dřevěné uhlí hoří pomalu a vydává sálavé teplo (400-500 °C) bez plamenů a kouře.

Při výrobě dřevěného uhlí se získává (GOLDSTEIN, 1980) 33–35 % dřevěného uhlí, 8,1 % dehtu, 15,8 % nekondenzovatelných plynů (CO, CO<sub>2</sub>), 6 % kyseliny octové, 2,1 % metanolu a dalších 300 chemických individuí, jejichž objemový podíl nepřesahuje v žádném případě 1 %. Při pálení dřevěného uhlí v nedokonalých typech karbonizačních pecí unikají všechny plynné a kapalné frakce do ovzduší a půdy, což představuje ekologickou zátěž. Podle dřeviny a míry proschnutí lze z 1 m<sup>3</sup> dříví získat 140-220 kg dřevěného uhlí, 280-400 kg kapalin a 80 kg hořlavých plynů. Pro výrobu 1 t dřevěného uhlí je potřeba 10 prm rovného dříví. V současnosti se dřevěné uhlí vyrábí téměř výhradně z tvrdého listnatého dříví, ale lze jej vyrábět i z dříví jehličnatého. Výsledný produkt se liší měrnou hmotností, která se rovná zhruba ¼ hmotnosti dříví, ze kterého bylo vyrobeno. Dřevěné uhlí vyrobené z tvrdého listnatého dříví má měrnou hmotnost 180-220 kg.m<sup>-3</sup>, a dřevěné uhlí z jehličnatého dříví 140-180 kg.m<sup>-3</sup>.

**Dřevoplyn** (generátorový plyn) se získává ve vyvíječích plynu pyrolytickým zplynováním generátorového dříví, kterým jsou špalíky dřeva o hraně 5–8 cm a ideální relativní vlhkosti 10 %. Z 1 kg generátorových špalíků se uvolní 1,5–2,0 m<sup>3</sup> dřevoplynu. Pro spálení veškerého v něm obsaženého CO<sub>2</sub> je potřeba dodat na 1,0 litru plynu 1,2 litru vzduchu. Avšak 1 m<sup>3</sup> směsi dřevoplynu se vzduchem má výhřevnost jen 560 kcal, z čehož vyplývá pokles výkonu motoru o 35 % ve srovnání s benzínem. Z provozních zkušeností s motory poháněnými dřevoplymem vyplývá, že na každou hodinu provozu motoru a 1 k (HP) instalovaného výkonu je spotřeba 1,2 kg generátorových špalíků.

**Produkty gazifikace** se v širším smyslu slova rozumí veškerá produkce hořlavých plynů ze dřeva, včetně výroby dřevoplynu. Ale označuje se jím i výroba hořlavých plynů ze dřeva, která charakter výroby dřevoplynu nemá. Při takových postupech probíhá fluidní zplynování za pomoci vodní páry a vzduchu ve dvou fázích. V první se mění CO<sub>2</sub> a vodní pára na CO a H<sub>2</sub>. Ve druhé fázi dochází k dalšímu štěpení přehřátým vzduchem a zahřátím na cca 900 °C. To je princip termochemické gazifikace, mimo které existuje ještě gazifikace biologická.

Termínem **bioetanol** se označuje etanol získaný fermentací biomasy obsahující cukry, na rozdíl od etanolu získaného z ropných produktů. Protože dendromasa obsahuje mimo celulózy, ligninu a dalších látek i cukry, je pro výrobu alkoholu využitelná. Jednoduchých cukrů je však v dendromase minimum, a proto je nutná energeticky náročná hydrolyza, při které se celulóza rozkládá na jednoduché cukry. Druhým krokem je lihové kvašení cukrů, a třetím je destilace kvasného roztoku. Historicky byly v ČR hlavními surovinami pro výrobu bioetanolu melasa a brambory, protože výroba etanolu z přímo zkvasitelných cukrů, nebo z cukrů po rozštěpení polysacharidového řetězce škrobu je relativně jednoduchá. Technologie využívající lignocelulózní materiály jsou ve světě zatím ojedinělé, a jsou schopné konkurence jen díky dotacím. V ČR nepracuje žádné zařízení, které by zpracovávalo lignocelulózní materiály na etanol, a materiály obsahující celulózu je zatím výhodnější využívat energeticky přímým spálením, nebo využít k anaerobní fermentaci.

### 23.18. Energetické lesy

Ve světě je v současnosti odlesňování vyvolané potřebou palivového dříví vyšší než zalesňování. Nejméně 2 miliardy lidí závisejí na palivovém dříví, jako jediném zdroji energie. Ze světového objemu těžby dříví se více než polovina pálí, a v některých rozvojových zemích se pálí přes 90 % vyprodukovaného dříví. Hlavní příčinou úbytku tropických lesů není export dříví, ale spotřeba palivového dříví. Je zřejmé, že světová spotřeba palivového dříví nemůže být pokryta jen z přírodě blízkých lesů, ale je nutné záměrně pěstovat energetické lesy. Tématika energetických lesů je aktuální i ve vyspělých státech, ve kterých je zalesňování zemědělských pozemků dřevinami s krátkou dobou obměny cestou ke snížení závislosti na dovozu energií, a současně i řešením nadprodukce potravin. Při

nárůstu poptávky po potravinách je ale zpětné vrácení pozemků zemědělské produkci možné v přijatelném čase. Experimenty se provádějí s více než 25 dřevinami. Převládají vrby (*Salix sp.*) a topoly (*Populus sp.*), ale vysazuje se i olše (*Alnus sp.*), akát (*Robinia sp.*), jasan (*Fraxinus sp.*), platan (*Platanus sp.*), borovice (*Pinus sp.*), a další stromové i křovité dřeviny, např. vítečník sítinovitý (*Spartium junceum*). V energetických lesích se pěstují dřeviny vyznačující se v mládí intenzivním růstem a výmladností, a pokud možno i rezistencí proti škodlivým činitelům, a s vysokou výhřevností dřeva. Zásadní význam pro pěstování energetických lesů mají klimatické podmínky - energetický les vyžaduje délku vegetačního období přes 150 dní a 350–400 mm srážek v jeho průběhu.

### 23.19. Energetické využití pevných domovních odpadů

Produkce pevných domovních odpadů ve výši 2,6 mil. tun, se na celkové roční produkci odpadů v ČR podílí 0,4 %. Malý podíl vyplývá z metodiky, kterou jsou do odpadů zahrnovány odvaly z dolování a těžby uhlí a rud. Produkci odpadů ve výši 1,3-2,2 kg na osobu a den se řadí ČR na jedno z předních míst v Evropě. V pevných domovních odpadech převládají spalitelné materiály (až 80 %) s proměnlivou vlhkostí (20–50 % r.v.) a příměsí materiálů nespalitelných. Tomu odpovídá široké rozpětí výhřevnosti netříděného odpadu, od 5,8 do 6,5 MJ.kg<sup>-1</sup>. Termická likvidace odpadů je z hlediska společenského vhodná, i když výstavba spaloven je nákladnější než řízených skládek. Teoreticky by bylo možné domovní odpad spalovat v topeništích na dříví se šikmým roštem za předpokladu, že by byl proces spalování stabilizován štěpkami. Konstrukce topenišť na dříví totiž zajišťuje, že pro eliminaci dioxinů a furanů bude doba zdržení spalin v prostoru s teplotou nad 850 °C dostatečná. Současná legislativa to neumožňuje (striktně odlišuje topeniště a spalovny, ale probíhající výzkumné práce VŠB TU Ostrava opravňují k opatrnému optimizmu), ale obce, sledující snížení objemu odpadů ukládaných na skládky mohou přistoupit ke třídění domovních odpadů, z nich část by mohla představovat zdroj pro energocentrum (i při pálení vybraných odpadů za úplatu).

### 23.20. Pěstování intenzivních lesních kultur

Pěstování rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě je v Evropě známo přes dvě stě let, a nejznámějšími jsou topolové lignikultury v Itálii v Pádské nížině, kde byly zařazeny do agrotechnických postupů jako zemědělská plodina. Zde pojem lignikultura vznikl, a původně jím bylo označováno jen topolové hospodářství. Nyní je tento pojem používán obecně. Pojem intenzivní kultury je spojen s pojmem klonové hospodářství, používaným pro hospodaření v lesích vzniklých vegetativně (z řízků), na rozdíl od lesů semenného původu. U nás byly ověřovací práce s klonově množenými dřevinami prováděny od čtyřicátých let s topoly a v menší míře s vrbami. Pro intenzivní kultury je charakteristická kultivace půdy při založení porostu a v průběhu pěstebního cyklu. Zakládali se kultura na zemědělské půdě, omezi se na podzimní hlubokou orbu a srovnání povrchu půdy před výsadbou. Pro lepší růst sazenic je možné přihnojení statkovými hnojivy. Náročnější je příprava půdy po lesním porostu, kdy se odstraní pařezy, vytrhají kořeny a poté následuje rigolová orba. Zbytky pařezů a kořenů jsou pak vyvláčeny těžkými bránami. Následuje orba, vláčení a výsadba. Rozhodující pro úspěšné pěstování intenzivních kultur je vhodně zvolený klon.

V současné době je v ČR doporučený sortiment topolů, jejichž přehled i s pěstebními doporučeními byl zveřejněn ve Věstníku MZe, ročník 2000, částka 2. Je rozdělen na dvě skupiny: sekce *Aigeiros* a sekce *Tacamahaca*. Doporučený sortiment zahrnuje 19 klonů sekce *Aigeiros* a 4 klony sekce *Tacamahaca*. Topoly první skupiny se dělí na sortiment základní s klony univerzálnějšího charakteru; a na sortiment doplňkový, s klony majícími pro pěstování určitá omezení. Sekce *Tacamahaca* je zastoupena podstatně méně vzhledem k menším možnostem jejího uplatnění. Jsou to především kříženci balzámových topolů *P. maximowiczii* a *P. trichocarpa* popř. *P. x berolinensis*. Pro topoly sekce *Leuce* nebyl zatím doporučený sortiment stanoven, a pěstování bílých topolů, které jsou do této sekce zařazeny, se věnuje menší pozornost. Ve výsadbách je užívána především osika a její hybridy. V Evropě se jejímu pěstování věnuje větší pozornost v Německu, Švédsku a Švýcarsku. V zámoří pak v Kanadě, kde je pěstována pro výrobu papíru. U nás byla dříve vysazována v okolí Sušice k výrobě zápalek. Se změnami ve využívání zemědělských půd může její význam vzrůst v podhorských oblastech, kde se osvědčily hybridy domácí osiky s americkým topolem osikovitým (*P. tremula x P. tremuloides*). V nižších polohách je použitelný hybrid topolu bílého a osiky (*P. alba x P. tremula = P. x canescens*). Topoly bílé se bohužel nedají, až na výjimky, množit řízkem. Proto jsou dosavadní



výsadby menšího rozsahu a pokusného charakteru. Ekologická amplituda osiky je široká, což je dáno jejím charakterem pionýrské dřeviny. Je schopna růst jak na suchých, tak na vlhkých stanovištích od nížin až do hor. V poslední době se více vysazuje domácí topol černý (*Populus nigra*). Bohužel se pro porostní výsadby příliš nehodí pro větší nároky na světlo a sklon k zavětřování v dolní části kmene. Dobře se topol osvědčil ve větrolamech pro odolnost proti větru. Černé a balzámové topoly se liší ve svých nárocích na stanoviště. Zatímco jsou černé topoly náročné na živiny, jsou topoly balzámové skromnější. Rovněž nároky na teplo jsou u černých topolů vyšší než u balzámových. Nároky na dostatek vody jsou u obou skupin podobné, ale s rozdíly mezi klony. Podle těchto základních požadavků byly u nás vymezeny dvě velké pěstební oblasti pro topoly. Zhruba je to oblast jižní Moravy v úvalech Moravy, Dyje a Svratky; a pak oblast Polabí zasahující na východě k Opočnu, a na jihozápadě do Mostecké pánve. V praxi, kdy je sledován patřičný výnos, je nutné vyhledávat stanoviště, která se co nejvíce blíží optimu.

Ve 20. století proběhly dvě vlny pěstování topolů, a u obou je zjevná souvislost s oběma světovými válkami, kdy v obdobích obnovy hospodářství byla zvýšená potřeba dřeva. Dnes je zřejmé, že jsme na počátku dalšího oživení. V poválečných letech vznikly výsadby v Maďarsku, Jugoslávii, Rumunsku, Rakousku a na Slovensku, ve kterých je dosahována ke konci obmýtní doby produkce 20-30 m<sup>3</sup>/ha/rok. V českých zemích byly starší výsadby v úvalech jižní Moravy a v Polabí. Byly to většinou extenzivně pěstované porosty, kdy nebylo možné dosáhnout vysoké produkce.

Podle cíle, doby obmýtní a počátečního sponu rozlišujeme 4 formy intenzivního pěstování topolů.

- Pěstování v lignikulturách.
- Pěstování v intenzivních kulturách
- Pěstování v kulturách určených pro produkci celulózy (short rotation)
- Pěstování dendromasy pro energetické využití (minirotační).

Cílem **lignikultur** je vypěstovat během obmýtní doby 15-20 let výřezy zvláštní jakosti. Zakládají se na celoplošně připravené půdě, v cílovém sponu 6x6 m (278 stromů/ha), a pro výsadbu se používají 2 až 3leté odrostky. V prvních dvou letech je nutné nejméně dvakrát za rok sazenice okopat. V prvních pěti až sedmi letech je běžné polaření, kdy se s rozvojem korun mění plodina na stinnější. Poté, co není polařeno, musí být prováděna kultivace černým úhorem nejméně 10 let, na suchých stanovištích celé obmýtní. Celoplošná kultivace se provádí 2-3 krát za rok ve dvou na sebe kolmých směrech. Protože je v lignikultuře každý strom cílový, musí se věnovat pozornost ochraně. Při vyvětřování se dbá, aby nebyl objem koruny náhle zmenšen o víc jak o 1/3. S vyvětřováním se začíná hned v prvním roce, kdy se odstraňují silnější větve, aby neztloustly. Větší řezné rány totiž zvyšují možnost infekce houbovými chorobami. Po třetí vegetační době se odstraňuje dolní třetina koruny. Vyvětřování se provádí do výšky 6-8 m. Vzhledem k tomu, že je výsadba provedena v řídkém sponu, neprovádí se žádné probírky.

V **intenzivních topolových kulturách** je cílem produkce kulatiny v obmýtní 20-25 let. Prodlužování obmýtní nad 25 let je nevhodné, neboť většina klonů je s rostoucím věkem náchylná k houbovým chorobám, snižujícím kvalitu dříví. Kultury se zakládají ve sponu 4x4 až 5x5 m (400-625 stromů/ha). Pro výsadbu se používají jednoleté sazenice, které se musí v prvních dvou letech okopávat. Polaření připadá v úvahu jen v prvních dvou až třech letech. Celoplošná kultivace je nezbytná do 5-6 let, na suchých stanovištích nejméně 10 let. Kultivace se provádí jen v meziřadí. Obvyklá je jedna schematická probírka, ale uplatňuje se i kvalitativní hledisko. Zásah se provádí mezi 5. až 8. rokem, když se koruny sousedních stromů začínají dotýkat. Provádí se i vyvětřování, a to alespoň u cílových stromů.

**Pěstování v kulturách** je určeno pro produkci celulózy. Cílem je produkce vlákniny v obmýtní do 15 let. Pro výsadby se používá hustší spon 4x2; 3x3; 3,5x3 m. Proto jsou vhodnější kultivary s užší korunou. Porost se zakládá jednoletými sazenicemi nebo silnými řízkami. Celoplošná kultivace probíhá v meziřadích po celou dobu obmýtní, a v prvních dvou letech se doporučuje okopávání. Doporučována je jedna schematická probírka, kdy se odebírá každá druhá řada. V posledních letech byly v Kanadě a USA propracovány postupy, kdy se kultura zakládá na celkovou dobu 30 let a každých 10 let se provede smýcení, s obnovou porostu z výmladků. Vyvětřování se zpravidla neprovádí. Po skončení 3.

cyklu je kultura celoplošně zlikvidována a může se opakovat, nebo je nahrazena zemědělskou kulturou.

Cílem **pěstování dendromasy pro energetické využití** je produkce energetických štěpek. Doba obmýtí je do pěti let. Kultura je zakládána výhradně řízků, a to v různých sponech. Obnova porostu probíhá pařezovými výmladky. S hustotou vzrůstá objem produkce, který je uváděn v tunách sušiny na ha za rok. Sortiment je zúžený, protože pro velmi husté výsadby jsou topoly méně vhodné.

Topoly bývají používány i v řadových výsadbách podél komunikací, vodotečí, a ve větrolamech. Výsadba se provádí jednořadá nebo dvouřadá. Ve dvouřadých výsadbách se používá trojúhelníkový spon, umožňující lepší rozvoj korun. Vzdálenost mezi stromy se pohybuje od 4 do 10 m. Vhodnější pro řadové výsadby jsou klony s užší korunou. V řadových výsadbách je možné použít i klony nesnášející zápoj a nevhodné pro porostní výsadby. To platí především o domácím topolu černém, který je pro řadové výsadby vhodný i pro odolnost proti škodám větrem. Možnost rozvoje koruny zlepšuje zdravotní stav a zvyšuje odolnost vůči nepříznivým podmínkám. Proto se lze setkat s řadovými výsadbami černých topolů i v nadmořských výškách, ve kterých jsou porostní výsadby nepoužitelné. Řadové výsadby se většinou neprobírají, ale vhodné je vyvětňování. Pokud řadová výsadba plní funkci větrolamu, je vhodné ji doplnit keřovým patrem. Péče o výsadbu se omezuje na okopávání v prvních dvou letech. Nezbytná je individuální ochrana proti zvěři. Obnova řadových výsadeb je v současnosti velmi aktuální.

Výsadby stromových vrby v lesních porostech se provádějí v lužních lesích a na stanovištích, kde je použití jiných dřevin omezenou vysokou hladinou podzemní vody, resp. záplavami. V našich podmínkách se používá vrba bílá (*Salix alba*) a vrba načervenalá (*Salix x rubens*), což je kříženec vrby bílé a vrby křehké. V intenzivních kulturách se vysazují křovité druhy vrby jako zdroj proutí pro košíkářskou výrobu a pro produkci energetických štěpek. Pro košíkářské využití je to vrba košíkářská (*Salix viminalis*), vrba trojmužná (*Salix triandra*), vrba nachová (*Salix purpurea*) a jejich kříženci jako vrba červená (*Salix x rubra = S. purpurea x S. viminalis*), vrba rakytníkolistá (*Salix x hippophaifolia = S. triandra x S. viminalis*). Kvalitní proutí poskytuje kříženec nejasného původu dovezený v minulosti z Ameriky, vrba americká (*Salix 'Americana'*). V energetických plantážích bývají vysazovány především vrby košíkářské (*Salix viminalis*) a jejich kříženci, vrba drsná (*S. x dasyclados*) a vrba Smithova (*Salix x smithiana = S. caprea x S. viminalis*). V klimaticky příznivějších oblastech je možné použít i stromové druhy, vrbu bílou (*S. alba*) a načervenalou (*S. x rubens*). V podhorských oblastech se ověřuje několik klonů vrby lýkocové (*S. daphnoides*).

Založení intenzivní vrbové kultury vyžaduje celoplošnou přípravu půdy s úplnou likvidací vytrvalých plevelů. Příprava půdy se zahajuje v roce předcházejícím výsadbě, a mimo běžných odplevelovacích postupů (směsky vikvovitých rostlin či hořčice s opakovanou orbou) bývá nutné použití herbicidů. Pozemek se prohnojí chlévskou mrvou v dávce 40 t/ha a na podzim se provede hluboká orba. Na jaře po usmykávání je vrbovna zakládána řízků 20 cm dlouhými ihned po oschnutí půdy, což bývá v teplejších oblastech počátkem března. Po vyrašení řízků se věnuje péče odplevelování. U semenáčů plevelů se plečkuje, v řádcích se okopává a pleje až těsně k řízkům. V dalších letech, kdy vrba kryje dostatečně půdu, je odplevelování možné omezit a kultivovat s použitím malé mechanizace jen prostor mezi řádky. Vrbovny jsou sklizeny každý rok v zimním období. Tím je půda značně vyčerpávána, a proto musí být vrbovna přihnojována. Dávky hnojiv se určují podle aktuální potřeby na základě půdních popř. listových rozborů živin. Postupy používané při pěstování vrboven se dodržují v podstatě i u energetických plantáží, sklizeň proutí však probíhá v delším intervalu.

## 24. PŘIDRUŽENÁ LESNÍ TĚŽBA A PŘIDRUŽENÁ LESNÍ VÝROBA

V průběhu času se obsah i rozsah přidružené lesní těžby a přidružené lesní výroby mění, některé činnosti nově vznikají, a jiné ztrácejí na významu či zanikají. Mezi zaniklé činnosti patří v našich podmínkách sběr duběnek a listů škumpy jako zdroje tříslov, těžba větví janovce metlatého pro výrobu košťat, sběr přesličky na čištění a leštění kovů, těžba mechu jako ucpávkového materiálu v roubených stavbách, a sběr lodyh plavuně pro výrobu žínek na mytí a na nádobí. Po 2. světové válce byl v ČR podíl tržeb za dříví 60 % veškerých tržeb lesního hospodářství, zatímco nyní je to 85 %. To znamená, že dříve byly ve vyšší míře komoditou lesního hospodářství produkty, které by mohly i v současnosti zvýšit tržby z lesních majetků. S ohledem na klesající zisk z 1ha lesní půdy lze předpokládat obnovení obou oborů, k jejich rozvoji může přispět i zájem o přírodní materiály a tlak na snížení škodlivosti výroby některých syntetických produktů.

Lesní prostředí poskytuje materiály organické i neorganické povahy, jejichž získávání bez opracování či přepracování je označováno názvem **přidružená lesní těžba**. Pokud se získaný materiál přepracovává, či jde o samostatnou výrobní činnost, jde o **přidruženou lesní výrobu**. Ve světě bývají obě aktivity označovány jako Minor Forest Products (MFP), Non Wood Products (NWP), či Non Wood Forest Products (NWFP), a bývají k nim zařazována i řemesla zpracovávající přírodní materiály (Crafts), myslivost, lovectví a rybaření (včetně tržeb za lovecké a rybářské licence, zvěřinu a kožešiny) a dokonce i rekreační aktivity v přírodě (Forest Activities - trekking, mountainbiking, orienteering, jungle walking, horsebackriding, ecotourism, canoeing, fotosafari, surviving, war games - paintball, birdwatching, wildlife observation, atd.). Ve světě poskytují tyto činnosti více pracovních míst než lesnictví, a v mnoha regionech jsou jediným zdrojem obživy. Řada produktů je nenahraditelná, protože jejich umělá kultivace není známá, např. para ořechy (Juvie ztepilá - *Bertholetia excelsa*). Pořadí nejvýznamnějších NWFP je: přírodní kaučuk, žeň-šeň, éterické oleje (ylang-ylang, santal, eukalyptový a tea tree olej), dřevěné uhlí, korek, med, ořechy, houby a lanýže, ratan, arabská guma, a para ořechy. Mezi NWFP se řadí i káva (pěstuje se pod porosty), javorový sirup a cukr, exotické léčivé rostliny apod. Zvláštní postavení mezi NWFP má dřevěné uhlí, jehož výroba v rozvojových zemích probíhá většinou mimo jakoukoliv statistickou evidenci, a jehož světová produkce je proto zjevně podceněna.

### 24.1. Přidružená lesní těžba

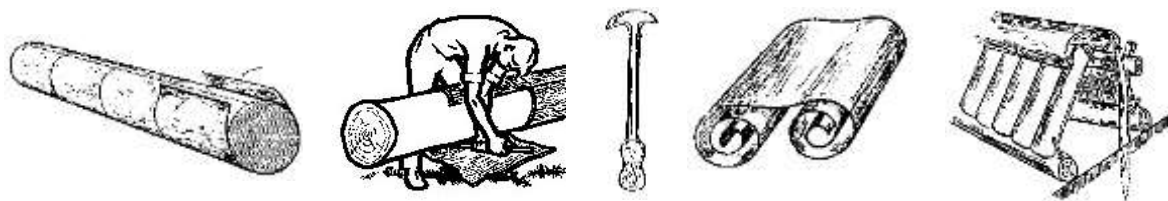
Pro přidruženou lesní těžbu je typické, že tržby z ní mohou přesáhnout tržby z prodeje dříví, vztažené k obmýtu a výměře lesa. To je významné v situaci, kdy tržby za dříví stagnují, při nárůstu výrobních nákladů, což znamená pokles ziskovosti lesních majetků. Z hlediska hospodaření je důležité využití všech možností, které lesní půda a les poskytují.

#### 24.1.1. Těžba tříslové kůry

Ve dřevě, kůře, listech i plodech některých dřevin se vyskytují **třísloviny** - organické látky slabě kyselé povahy a trpké chuti, rozpustné ve vodě a vytvářející s bílkovinami nerozpustné sloučeniny. Pro schopnost srážet bílkoviny jsou používány při činění kůží, v potravinářství se používají jako konzervační činidlo, a ve farmacii jako protizánětlivý preparát. Zdrojem tříslovin je drcená kůra - **tříslo**. Smrkové tříslo je dostupné a levné, ale není nejkvalitnější. Těžba smrkové tříslové kůry byla do 70. let nejvýznamnější činností přidružené lesní těžby, v současné době se netěží, ale vzhledem k obtížím při likvidaci odpadů po chemickém činění kůží existují signály o možném návratu k přírodním tříslovinám. Dubová kůra pro farmaceutický průmysl se získává v malém množství a je zahrnována mezi léčivé rostliny. **Smrková tříslová kůra** se těží v době mízy většinou v tenkých, nehluboce zavětvených mýtních porostech s tenkou nerozpraskanou kůrou. Nejvhodnější doba je od května do poloviny července, protože obsah tříslovin v kůře během roku kolísá, a v tomto období dosahuje až 12 %. Se stoupajícím stářím stromů stoupá obsah tříslovin v kůře do doby, než se začne tvořit borka, která je na třísloviny chudá. Nejvhodnější stáří stromů pro těžbu tříslové kůry by bylo 40-60 let. Kůra se sloupává **loupákem** ihned po odvětvení, kdy se kůra prořízne podél i kruhovitě kolem kmene a tupým břitem se odloupne od dřeva. Jakostní tříslová kůra je hladká (drobně šupinatá), s vnitřní stranou světlou, bez plísňe a zbytků dřeva a poškození hmyzem. Čerstvá tříslová kůra má 65 % relativní vlhkosti, a je náchylná k zapáření a zplsnivění. Lýkovou stranu je třeba chránit před deštěm, protože třísloviny,

kterých je zde nejvíce, jsou rozpustné vodou a deštěm se vyluhují. Po oloupaní se kůra nechá z vnitřní strany oschnout, ale nemá být vystavena přímému slunci, aby nezhnědla. Poté se pláty kůry stáčejí lýkem dovnitř do **brýlí** (ne válců) a staví střežovitě do **kozlíku**, který se shora přikryje polorozvinutými pláty kůry, chránícími brýle před deštěm. Kozlíky se staví ve směru proudění vzduchu na **lůžko** ze suchého klestu, zabráňující vlhnutí kůry od země. Za 1-2 měsíce sušení kůry klesne její relativní vlhkost na 15 %, a dalším sušením pod střežou ztratí ještě 5 % vlhkosti. Prm tříslové kůry má rozměry 1x1x1,25 m a jeho hmotnost se uvažuje 110 kg.m<sup>-3</sup>. Z 1 m<sup>3</sup> kulatinových výřezů je možné získat 30-40 kg proschlé tříslové kůry. Při výrobě tříslové kůry se nesmí ve svahu pracovat pod sebou, protože čerstvě oloupané výřezy se snadno uvádějí do samovolného pohybu. **Dubová tříslová kůra** se těží z mladých kmínků podobnou technikou jako smrková. Vždy je nutné kůru loupat, nikoliv otloukat, protože rozdrcení lýka vede ke ztrátě tříslovin.

Při těžbě dubové kůry jako léčivé rostliny, se loupají kmínky nastojato odzdoła nahoru, a kůra se nechává v pruzích viset a uschnout (tzv. **loupnictví**). Pak strhává a suché kmínky kácí. Proto je tato technika použitelná jen u stromků vyznačených k těžbě.



24.1. Postup při těžbě smrkové tříslové kůry

### 24.1.2. Těžba pryskyřice

Z našich dřevin mají schopnost ronit pryskyřici borovice, smrk, modřín a jedle, a každá poskytuje pryskyřici jiného složení. Pojmem **těžba pryskyřice (smolaření)** se rozumí získávání pryskyřice z živých stromů, úmyslně zraněných proříznutím drážek do kůry až na dřevo (liziny), vyvrtáním otvorů, či vydlabáním dutiny (okřínu). Aby nebylo poranění stromu vadou dříví, a nestalo se místem infekce houbami, používá se **lizinový způsob těžby**.

Ronění pryskyřice lze zvýšit **stimulátory** (nejčastěji používaným přírodním stimulátorem je kopřivový výluh), jimiž se lizina potírá, nebo se aplikují injektáží.

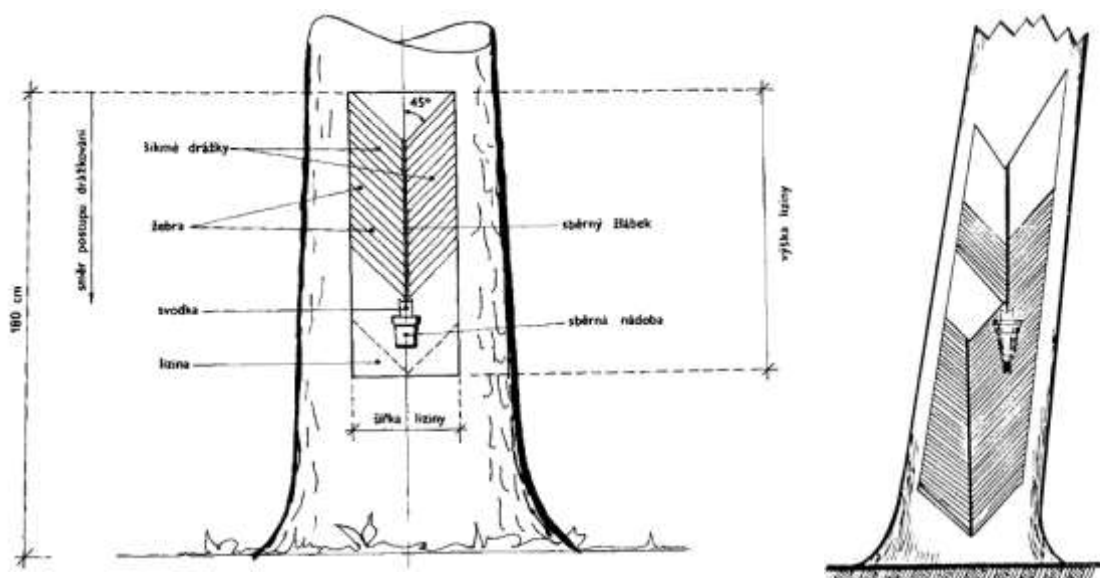
Pryskyřice se těží v borových porostech, které mají být smýceny do 5-10 let, a ve kterých nejsou cenné sortimenty. V přírodním stavu se pryskyřice používá v lidovém léčitelství, po jejím zpracování se tekuté složky používají do laků, barev, mazadel, mýdel, tmelů, léků, kosmetických přípravků, insekticidů a umělých vláken; a z tuhých frakcí získaná kalafuna se používá v kožedělném průmyslu, při výrobě pryže, lepidel, jako klíždlo do papíru a součást tiskařských barev. V současnosti se pryskyřice v ČR netěží, ale těžila se za obou světových válek, za hospodářské krize ve 30. letech a poloprovozně v 70. letech.

Pryskyřice má ve stromě funkci ochrannou - zavaluje poranění a brání jejich infekci. V živém stromě jsou pryskyřičné kanálky zaplněny, a jsou-li přerušeny, začne z nich pryskyřice vytékat. Výtok se zastaví po uzavření kanálku okolními buňkami, které nabudou na objemu, a ucpáním tuhne pryskyřici. Proto se při smolaření opakovaným drážkováním otevírají kanálky nové. V běli 120 let staré borovice může být až 3,5 litru pryskyřice na 1m<sup>3</sup> dřeva, význam má jen pryskyřice obsažená v běli do hloubky 2-4 cm pod povrchem kmene, protože pryskyřice, která je hlouběji, je nedostupná. Ročním smolařením kmene o objemu 1m<sup>3</sup> se získají průměrně 3-4 kg pryskyřice (minimální výtěžnost 2 kg), protože se těží i nově se vytvářející.

Přípravnou prací, prováděnou do konce dubna, je zřízení 30-40 cm širokých lizin na stromech, tj. odstranění borky pořizem, aby nebyla poškozena zelená kůra. **Založení liziny** v době mízy je obtížné, protože se kůra lehce odlupuje. Zakládají se jen liziny, které se budou drážkovat téhož roku. Hrany liziny (a tím i vyživovacích pásů) jsou kolmé k zemi a nemají se při drážkování přesahovat. Po začátku transpirace se vyrýpne středem liziny svislý sběrný žlábek na vyroněnou pryskyřici. Jeho hloubka je 5-10 mm, šířka 8-15 mm, a zprava i zleva do něj ústí po jedné šikmé 3-10 mm hluboké a 4-7 mm široké rýžce provokující výron pryskyřice. Za 2-3 dny ronění ustává a je nutné rýžky prohloubit a rozšířit, případně

naříznout dvojici rýžek nových. Při vzestupném způsobu **drážkování** se první dvojice rýžek prořezává na spodku liziny a další rýžky se přidávají nahoru, při sestupném způsobu se první dvojice rýžek prořezává nahoře a další rýžky se přidávají směrem dolů. Žlábek i drážky mají být vyříznuty jedním tahem, aby byl jejich vnitřní povrch hladký. Ke spodnímu konci svislého žlábků se zatluče plechový úchyt (sloužící i jako **svodka**) do kterého se zavěsí **sběrka**. Svodka se přemísťuje, když její vzdálenost od drážek dosáhne 30 cm, aby se omezily ztráty těkavých složek pryskyřice. V sezóně se pryskyřice z kelímků sbírá denně a každý 2. až 3. den se prořezávají drážky. Sběr končí na podzim, aby se poranění do zimy zasmolila. Dešťová voda, která se dostane do sběrek, se před vyškrábnutím pryskyřice slévá současně s nečistotami plovoucími na hladině. Po odběru pryskyřice se sběrka zavěsí zpět a zakryje krytkou. Sebraná pryskyřice se slévá do kovových sudů, v nichž se krátkodobě skladuje. Sudy musí být těsně uzavřené, uložené na stinném místě, aby nedocházelo k odpařování těkavých složek pryskyřice.

Technika těžby pryskyřice do sběrek je typická pro Evropu a Severní Ameriku, a výsledný produkt je tekutý – proto je skladován a dodáván v sudech. Nevětším světovým exportérem pryskyřice je ale Čína, kde se prořezává svislý sběrný žlábek až k zemi, a pryskyřice se nechá vsakovat do písčité zeminy. Výsledným produktem je písek nasycený pryskyřicí, který se dodává v pytlích. Výtěž terpentýnu z takové suroviny je zanedbatelná, proto firmy, jejichž koncovým výrobkem není jen kalafuna, musí odebírat i jinou, než čínskou pryskyřici.



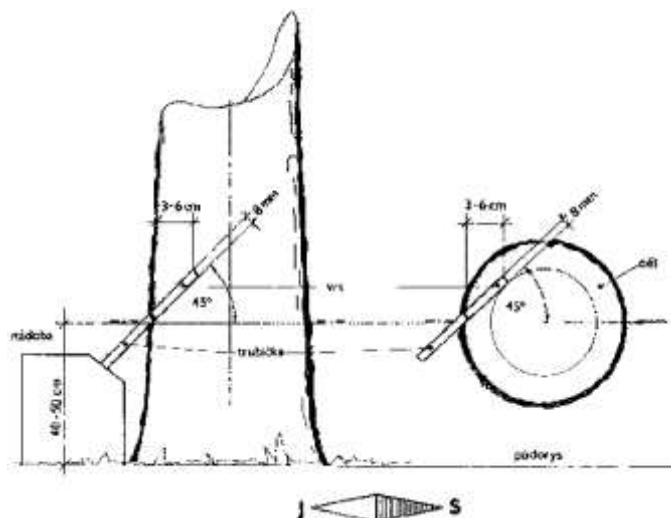
24.2. Schéma postupu těžby pryskyřice na rovném a šikmém stromě

### 24.1.3. Těžba březové mízy

Březová míza se těží z břízy bradavičnaté (*Betula verrucosa Ehrh.*) a používá se k výrobě nápojů, sirupů, léků, a také jako složka šamponů a vod na vlasy. Nejstaršími způsoby jejího získávání bylo pokácení břízy v době nalévání pupenů, a vyhloubení jamky v pařezu, ve které se míza hromadila; nebo odříznutí větve, kdy z pahýlu vytékala míza do přistavené nádoby. Dnes se používá metoda navrtání otvorů do kmene. V jarním období, kdy je pouze kořenový tlak a nenastalo ještě transpirační sání, se navrtává oddenek stromu ve výši 40-50 cm od země vrtákem o průměru 8 mm. Otvory se orientují na jih, a nevrtá se kolmo na plochu kůry, ale pod úhlem cca 45° vzhůru, a ne do středu kmene, ale tangenciálně, aby se prodloužila sběrná vrstva bělí. Hloubka otvoru je 3-6 cm (bez kůry) v závislosti na tloušťce kmene, a trubička do něj se vsazuje jen tak hluboko, aby držela v borce, protože hlubokým vsazením by se vyřadila neaktivnější část bělí z činnosti.

Březová míza rychle kvasí, proto musí být včas dodána odběrateli, nebo stabilizována pasterizací či chemicky. Z jednoho stromu se za 24 hodin získá 3-7 kg mízy, za celou sezónu 15-25 kg. Po šesti až sedmi dnech výtok mízy klesá a těžba se zastavuje. Míza se sbírá jedenkrát i dvakrát denně, a po skončení těžby se otvory zaslepují dřevěným kolíčkem a zatírají štěpařským voskem, aby nedošlo k houbové infekci stromu. Míza se skladuje ve skleněných demižónech při teplotě 0 až + 2 °C, a měla by

být zpracována do pěti dní od těžby. Pro vysokou produkci mízy je nejlepší tuhá zima přecházející do jara pomalu při pozvolném tání sněhu. S rychlým nástupem jara je těžba mízy nezajímavá.



24.3. Pracovní postup při těžbě březové mízy

#### 24.1.4. Sběr léčivých rostlin

Využívání léčivých rostlin má stejně dlouhou tradici jako lidstvo. Ještě před 150 lety se léčilo jen přípravky na jejich bázi, a v současné době se medicína obrací k fytoterapii z důvodů menších vedlejších účinků a nižšího rizika předávkování. Mimo vykupovaných léčivých rostlin se další využívají v lidovém léčitelství. (Byliny na nervy se nevaří. Prolijí se horkou vodou – spaří, a přikryjí, aby nevyprchaly éterické látky. Vyluhovat se nechávají 5 až 20 minut. Jednu minutu se vaří byliny na snížení krevního tlaku a na čištění krve. Vařit 2 minuty, a vyluhovat 5 až 10 minut se mají žaludeční byliny. Vařit 10 minut se mají všechny byliny na kašel a plíce - divizna, podběl, jitrocel, přeslička. Pak se nechají stát, scedí a sladí medem). V Evropě se farmakologicky využívá 120-150 rostlin, a podnik LEROS (Léčivé rostliny Zbraslav) vydává každoročně nákupní seznam, uvádějící vykupované rostliny, jejich sbírané části, dobu sběru, výkupní cenu a seznam výkopen.

Doporučenou dobu sběru léčivých rostlin je třeba brát vážně, protože obsah účinných látek v rostlinách a jejich částech kolísá v průběhu roku. Proto se nať a list sbírají před květem, kořen před ukončením vegetace, a kůra na jaře. Protože má na obsah účinných látek vliv i fáze Měsíce a denní doba sběru, vznikly v minulosti pověry o sběru léčivých rostlin, mající však racionální základ. Velká část léčivých rostlin rostoucích v ČR je součástí lesních ekosystémů, proto je možný jejich sběr v lesích, i jejich záměrná kultivace na lesní půdě. Ze sběru v lesích pocházejí především: bez černý (květ, plody), borůvka (list, plody), brusinka (list), bříza (list), dobromysl obecná (nať), dub (kůra), hluchavka bílá (květ), hloh obecný a jednosemenný (list s květem, plod), jahodník (list), jaterník (nať), jmelí (nať), kontryhel obecný (nať), konvalinka vonná (list), kopřiva (list, nať), krušina (kůra), lípa malolistá a velkolistá (květ), maliník (list), mařinka vonná (nať), olše (kůra), mochna nátržník (kořen), ostružiník (list), popenec (nať), prvosenka jarní a vyšší (květ s kalichem), rozrazil lékařský (nať), rulík zlomocný (list, kořen), růže šípková (plod), trnka obecná (květ), světlík lékařský (nať), třezalka tečkovaná (nať), vlašovičnick větší (nať), vrtič obecný (květ, list), vrba (kůra), vřes obecný (květ), zeměžluč okolikatá (nať), zlatobýl obecný (nať).

Nejen při sběru, ale i při vlastním využití léčivek je třeba respektovat základní zásady, jako např.: byliny působící na nervový systém se nevaří, pouze se prolíjí horkou vodou – spaří a přikryjí, aby nevyprchaly éterické látky. Vyluhovat se nechávají 5 až 20 minut. Jednu minutu se vaří byliny na snížení krevního tlaku a na čištění krve. Vařit 2 minuty, a vyluhovat 5 až 10 minut se mají žaludeční byliny. Vařit 10 minut se mají všechny byliny proti kašli a léčbu plic - divizna, podběl, jitrocel, přeslička. Pak se nechají stát, scedí a sladí medem.



### 24.1.5. Sběr a kultivace jedlých hub

V ČR je z vyskytujících se druhů hub vytvářejících plodnice jen jedna třetina jedlá, a proto je výkup a prodej čerstvých i sušených hub normativně i legislativně upraven. A to ČSN 46 3195 (1997) „Jedlé houby a výrobky z hub“ stanovující, které druhy hub mohou být prodávány, ČSN 56 9431 (1997) „Sušené jedlé houby“, určující pravidla pro sušení hub a jejich uvádění na trh. Vyhláška č. 157/2003 Sb. z 12. května 2003 stanovuje požadavky pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich, jakož i další způsoby jejich označování.

**Vyhláška č. 475/2002 Sb.** ministerstva zdravotnictví ze dne 31. října 2002 (vyhláška o zkoušce znalosti hub) stanovuje rozsah znalostí pro získání osvědčení prokazujícího znalost hub a způsob zkoušek, i náležitosti žádosti a osvědčení požadovaného pro každého, kdo uvádí do oběhu nebo používá k výrobě volně rostoucí nebo pěstované jedlé houby určené k prodeji spotřebiteli, nebo k dalšímu zpracování pro potravinářské účely, nebo ustanoveného odpovědného zástupce právnické osoby, která je jejich výrobcem, prodejcem nebo dovozcem. Žadatel musí prokázat schopnost rozlišit jedlé a jedovaté houby a znalost projevů otrav z hub a zásad první pomoci. Požaduje se bezpečné rozpoznání jedovatých hub: čechratka podvinutá (*Paxillus involutus*), čirůvka odlišná (*Tricholoma sejunctum*), čirůvka sírožlutá (*Tricholoma sulphureum*), holubinka vrhavka (*Rossula emetica*), hřib kříšť (*Boletus calopus*), hřib satan (*Boletus satanas*), hřib žlučník (*Boletus felleus*), muchomůrka červená (*Amanita muscaria*), muchomůrka jízlivá (*Amanita virosa*), muchomůrka královská (*Amanita regalis*), muchomůrka panterová – tygrovaná (*Amanita pantherina*), muchomůrka zelená (*Amanita phalloides*), muchomůrka zelená – odrůda bílá (*Amanita phalloides. var. alba*), pečárka zápašná (*Agaricus xanthodermus*), strmělka vosková (*Clitocybe cerrusata*), třepenitka svazčitá (*Hypholoma fasciculare*), ucháč obecný (*Giromitra esculenta*), vláknice načervenalá (*Inocybe patouillardii*), závojenka olovová (*Entoloma sinuatum*), zvonovka jarní (*Nolanea verna*).

Obchod s čerstvými i sušenými houbami se obvykle omezuje na hříby (*Boletus edulis*), lišky (*Cantharellus cibarius*) a ryzce (*Lactarius deliciosus*, *L. sangiuf*). Povoleno je ale výkup a prodej 60 druhů hub. Při sběru a sušení hub by měla být dodržována pravidla: Sbírat jen houby bezpečně známé, a ukládat je do pevných a vzdušných obalů. Nikdy je nesbírat do tašek a neprodyšných sáčků, ve kterých se mačkají a zapařují. Sušit a balit každý druh zvlášť (za jeden druh se považují blízké příbuzné houby, např. všechny hříby, všechny křemenáče, všechny klouzky atd.). K sušení se hodí jen houby zdravé, čerstvé, nepřerostlé, nezapařené, nečervivé, neplesnivé, bez požeru (smějí být jen nepatrně nahlodány hlemýždi). Poškozené části hub odstranit na místě sběru a současně je očistit od hrubých nečistot. Před krájením houby dokonale očistit (třeně oškrábat nožem, klobouky otřít vlhkým hadříkem). Klobouky neoškrabovat a trubky neodstraňovat (pro možnost druhové identifikace sušených hub). Houby nikdy neprát ve vodě! Houby krájet na podélné plátky 4 až 6 mm tlusté tak, aby co nejvíce plátků mělo klobouk spojený s třeněm (z důvodů vzhledových i pro identifikaci). Houby sušit na lískách, na čistém prkně či na bílém papíře. Nikdy na novinách, nebo barevném papíře. Řezy klást vedle sebe, ne na sebe. Sušit ve stínu, na dobře větraném místě. Během sušení nesmí houby navlhnout nebo zmoknout. Proto je nechat přes noc venku, ani u otevřeného okna. Houby nesušit na přímém slunci, na sporáku, v troubě atd., protože takto usušené změni barvu nebo se připálí, což snižuje jejich tržní cenu. Vlhkost sušených hub nesmí přesahovat 14 % relativní vlhkosti. Při zmáčknutí v ruce musí prskat a při přesypávání chřestit. Sušené houby nesmí obsahovat žádné cizí předměty (jehličí, větvičky) a musí být uloženy na suchém místě, odděleně od aromatických látek. Usušené houby bývají napadány moly, proto by měly být uloženy v uzavřených obalech. Cena sušených hub závisí na tržní atraktivnosti každého druhu, velikosti kloboučku a jakosti.

Hnitím přirozených látek obsahujících cholin vzniká jedovatý neurin, který je příčinou otrav zkaženými a starými houbami. Proto může dojít k otravě houbami i po požití jedlých druhů! Houby obsahují biologicky aktivní látky mající protizánětlivé, antibakteriální a virocidní účinky, i látky stimulují imunitní systém. Některé houby obsahují i přírodní kancerostatika (shiitake, ganoderma).

**Umělá kultivace** jedlých hub, např. houzevnatce jedlého (*Lentinus edodes*), byla v Číně známa již před dvěma tisíci lety a umělá kultivace žampionu (*Agaricus bisporus*) je známa od roku 1650. Některé jedlé houby mohou být uměle pěstovány i v našich podmínkách, např. na odumřelém dřevě hlíva ústřičná

(*Pleurotus ostreatus*), hlíva masová (*Pleurotus salignus*) a šupinovka topolová (*Pholiota aegerita*), nebo na dostupném substrátu pečárka zahradní - žampion (*Agaricus bisporus*). Pro rozvojové země je pěstování hub jednou z cest snížení podvýživy a současně i produkcí exportního artiklu. Výhodou je možnost pěstování velkovýrobního i malovýrobního. Další výhodou je, že po zvládnutí technologie jsou kvalifikační požadavky nízké. Rovněž investiční náklady jsou malé, potřeba zemědělské půdy a vody rovněž. Mimoto je pěstování hub možné na různých odpadech ze zemědělství a průmyslu (piliny, sláma, banánové listy, odpady z bavlny), které jsou po využití jako substrát hodnotným kompostem. Důležitou podmínkou pěstování hub je tepelná nebo chemická úprava substrátu.

#### 24.1.6. Sběr lesních plodů

Lesními plody (lesním ovocem) jsou požitelné plody a semena lesních rostlin, obsahující vitamín C a minerální a aromatické látky, dodávající jim charakteristickou vůni a chuť, pro které jsou vyhledávány. Lesní ovoce se rozděluje do skupin

- **jádrové ovoce** (malvice jeřábu sladkoplodého, hložinky)
- **peckové ovoce** (trnky, dřínky, černý bez)
- **bobulové ovoce** (borůvky, brusinky; maliny, ostružiny; jahody, šípky, jalovčinky)
- **skořápkaté ovoce** (lískové oříšky, ořechy).

V ČR mají význam především jeřabiny, trnky, hložinky, třešně ptáčnice, planá jablka a hrušky, dřínky, bezinky, borůvky, brusinky, vlochině, maliny, ostružiny, jahody, šípky, jalovčinky, lískové oříšky a ořechy. Nejvyšší výkup byl u bezinek, šípků a borůvek. Ze statistických údajů vyplývá, že se v ČR ročně na 1 ha lesní půdy vykupovalo 2 kg lesních plodů. Vzhledem k tomu, že sběr lesních plodů pro vlastní spotřebu je vyšší než výkup, jedná se o významnou doplňkovou produkci z lesní půdy.

Většinou je lesní ovoce měkké, snadno se otláčí a pouští rychle kvasící šťávu. Proto se snadno zapařuje, plesniví a hnije. Při sběru lesních plodů by měla být dodržována pravidla: Nasbírané plody denně předávat výkupnímu místu. Plody sbírat do čistých nádob, jahody, maliny a ostružiny nejlépe do smaltovaných nádob zamezujících ztrátám šťávy, borůvky a brusinky nejlépe do košíků, aby se spodní vrstvy plodů provzdušovaly. Koše a nádoby nepřepřínovat, plody v nich nemačkat ani nesetřásat. Sběr realizovat v ranních hodinách, aby nebyly plody zahřáté sluncem, ale až po oschnutí rosy, aby neplesnivěly. Zbavovat plody všech příměsí ihned při sběru, protože jejich dodatečným vybíráním se plody mačkají a jejich jakost klesá. Kovové nádoby pro sběr nepoužívat, plastové nádoby pokud možno rovněž ne (riziko přenosu pachů z plastů do ovoce, možnost zbarvení plastu šťávami z ovoce). Při sběru lesních plodů by měla být dodržována určitá etika - sbírat ručně (nikoliv hřebeny - borůvky, nebo otloukáním - jalovčinky), nepoškozovat při sběru rostliny a lesní porosty, ve kterých rostou, nesbírat plody nezralé s následným umělým dozráváním.

Tržní atraktivnost lesního ovoce vede k jeho plantážnímu pěstování na obtížně využitelné lesní půdě pod elektrovody, a k záměrnému vnášení do porostů. Perspektivní je pěstování americké borůvky (*Vaccinium corymbosum*) a rozvíjí se pěstování farmaceuticky zajímavých plodin, hlohu obecného (*Crataegus oxyacantha*), dřínu obecného (*Cornus mas*), hložiny (*Eleagnus sp.*), rakytníku řetlákovitého (*Hyppophae rhamnoides*), bezu černého (*Sambucus nigra*), růže dužnoplodé (*Rosa pomifera*), temnoplodce - aronie (*Aronia sp.*, *A. melanocarpa*, *A. arbutifolia*, *A. prunifolia*) a dalších. Komerčně úspěšné je **pěstování ovocných stromů v lesních porostech**, obohacující druhovou skladbu a přinášející specifické ekologické efekty. Významná je produkce dobře zpeněžitelných sortimentů dříví (v roce 2012 dosahovaly ceny za dýhárenské třešňové výřezy v zahraničí přes 30.000,- Kč za 1 m<sup>3</sup>, když srovnatelná kvalita dubových výřezů z tuzemska dosahovala ceny 7.000,- Kč za 1 m<sup>3</sup>) a možnost sběru a využití plodů. Proto se od 70. let rozšiřuje pěstování ořešáku vlašského, třešně ptačí, hrušně obecné, lísky turecké, kaštanovníku setého, jabloně lesní, jeřábu ptačího, břeku, muku a oskeruše.

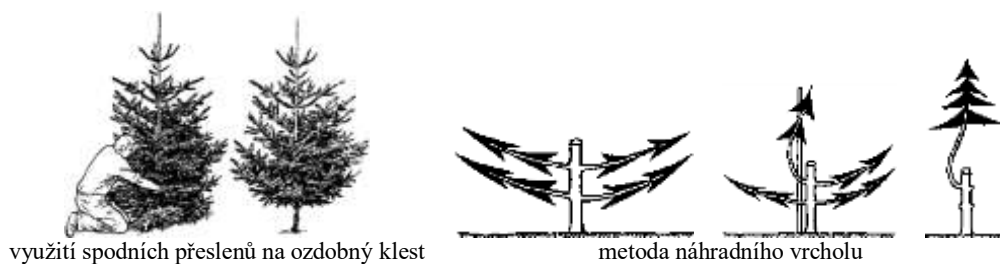
#### 24.1.7. Těžba březového proutí

Březové proutí je ve své podstatě klestem, který se používá se pro výrobu košťat, houžví, obručí pro některé sudy, a pro obohacování oceli uhlíkem (pouze u šlechtitelských ocelí). Z obchodního hlediska se jedná o jednoleté výhonky a víceleté větve břízy (*Betula verrucosa*, *B. pubescens*) získávané těžbou či vyvíváním. Zpravidla se těží jen dokonale zdřevnatělé a vyvráté větve a letorosty v období od 1. listopadu do 31. března. Na přání odběratele může být realizována i těžba v době vegetace. Proutí nesmí

obsahovat cizorodé příměsi (dráty, klest jiných dřevin, zeminu, led) a listů (u proutí těžného mimo vegetaci). Má dvě jakostní třídy. Tloušťky se měří ve vzdálenosti 10 cm od tlustého konce a třídí se zpravidla do tří délkových stupňů. Březové proutí se prodává na váhu, proto se třídí podle jakosti a délek do otepi o hmotnosti 15 kg. Každá otep musí být svázána na dvou místech, aby se nerozpadala. Pro hutě se k vázání používá výhradně houžví, pro další odběratele i motouzů a drátu.

#### 24.1.8. Produkce vánočních stromků

Vánoční stromky se získávají z výchovných zásahů a z plantáží. S ohledem na ceny vánočních stromků lze předpokládat, že rentabilita plantáží bude vzrůstat, zejména při produkci na trhu žádaných dřevin (*Abies alba*, *A. grandis*, *A. concolor*, *A. nordmaniana*, *A. koreana*, *Pinus nigra*, *P. strobus*, *P. uncinata*, *Pseudotsuga sp.*, *Tsuga canadensis*, *Picea pungens*, *P. omorika*, *P. abies* atd.). Plantáže se doporučuje zakládat na mírných svazích, a to z důvodu omezení poškození stromků mrazem. U vánočních stromků se podle dřívějších českých technických norem posuzuje: příměst, pravidelnost růstu, stejnost délek větví v jednotlivých přeslenech, počet větví v přeslenech, vzdálenost přeslenů od sebe. Nejcenější stromky jsou s přesleny blízko u sebe, a které nemají větve v přeslenech příliš dlouhé. Vadami jsou suché a polámané větve, nažloutlá barva a opadávající jehličí. Sazenice se vysazují ve výšce 30 až 40 cm, čili vyspělé a starší. Ze způsobu výsadby je nejvhodnější ruční jamková sadba, kdy má velikost jamek 30 x 30 až 50 x 50 cm. Proti buření se nedoporučuje použití herbicidů, jelikož jejich použití snižuje počet pupenů a zvyšuje riziko anomálií výhonů. Z důvodu rizika poškození stromků, se rovněž nedoporučuje mechanických prostředků (křovinořezy, sekačky aj.). Nejvhodnějším zásahem proti buření, jsou biologické způsoby (chov hus, kachen a určitých druhů ovcí). Těžba obvykle začíná 15. listopadu (dříve jen pokud se jedná o borovice, které jsou poté uloženy v chladárnách), a pokud se netěží z plantáží, musí být jejich výběr podřízen pěstebnímu hlediskům a nikoliv obchodním. Vánoční stromky se zařazují do tří tříd jakosti s tím, že pokud má stromek horší jakost než II, nesmí být prodáván a lze jej využít pouze na ozdobnou klest. Stromky se váží do balíků po deseti (pěti), téže dřeviny, délky a jakosti. Velikost balíku je dána jeho fyzickou zvládnutelností, protože se s nimi manipuluje ručně. Při skladování se balíky i jednotlivé stromky stavějí do pyramid, aby se nezapárlly a nepoškodily. Klást je na zem, nebo je vrstvit na sebe je nevhodné! Při dopravě po ose, nebo železničními vagóny musí být ložná plocha pečlivě vyčištěna od předchozího nákladu a doporučuje se použití uzavřených vagónů i aut. Kvantitativní přejímka se totiž provádí až v místě plnění, tzn., že množstevní ztráty při transportu jdou k tíži dodavatele. Na plantážích lze kombinovat produkci vánočních stromků s produkcí ozdobného klestu tak, že se přízemní přesleny stromku využijí jako ozdobný klest, a jeho horní část je vánočním stromkem. U některých dřevin lze při tvarování stromků řezem využít i větví spodních přeslenů pro produkci dalšího stromku, metodou náhradního vrcholu. Podrobnější informace o pěstování vánočních stromků – viz Černý, Neruda, Lokvenc (2005).



24.4. Některé postupy pěstování vánočních stromků na plantážích

#### 24.1.9. Těžba vrbového proutí

**Vrbovny** (prutníky) slouží k produkci **vrbového proutí** (jednoletých výhonů) a **vrbových holí** (víceletých prýtů) pro košíkářství. Založit je lze na nestíněných rovinných a mírně svažitéch pozemcích s hlubokou a vlhkou půdou v polohách do 600 m n. m. Půdy mohou být i dočasně zaplavované, ale ne zbahnělé. K zakládání vrboven se používá **řízků** délky 20-25 cm, řezaných z jednoletých, zdravých a vyzrálých prýtů, těžných v době vegetačního klidu (teplota nesmí klesnout pod  $-4^{\circ}\text{C}$ ). Z prutu se využívají jen spodní 2/3 a obě řezné plochy musí být kolmé na osu prutu, řez musí být hladký bez poškození kůry. Horní řez se vede těsně pod pupenem, dolní bez ohledu na postavení pupenu. **Výsadba** se většinou provádí bez sazeče, zapíchnutím řízku tak, aby jeho horní konec byl v úrovni s půdou.

Vylepšuje se v témže roce, řízký dlouhými 50-60 cm, zapichovanými do poloviny délky. Ve vegetační době se vrbovna **plečkuje**, nebo **okopává**. Poprvé zjara, po oschnutí půdy, podruhé po vyrašení, pak po vydatnějších deštích a naposledy při výšce proutí asi 50 cm, kdy se řádky uzavírají. Ve vrbovnách škodí **plevele** oplétavé, které proutí ohýbají k zemi a zanechávají na něm spirálový zárez. Produkce proutí odnímá z půdy živiny, které je nutné doplňovat optimalizovaným hnojením (při přebytku dusíku proutí později vyžívá, dřevo je křehké a pruty se více větví). Na hlavě (babce) i prutech škodí **krytonosec olšový** (*Cryptorynchus lapathi*) tím, že jeho larvy vytvářejí v kůře a dřevě otvory. Biologickou ochranou proti němu je jarní zaplavení vrbovny. Dále působí škody některé mandelinky, drátovci, bekyně velkohlavá a vrbová, pěnodějka vrbová, bejломorky a mšice. Z abiotických činitelů škodí **pozdní mráz**.

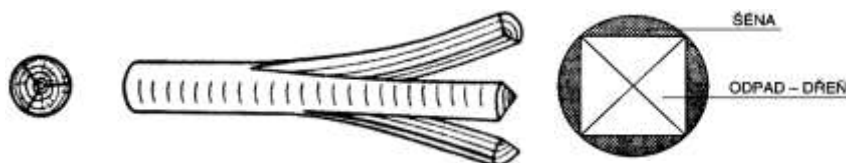


#### 24.5. Kožený chránič dlaně pro ruční výsadbu řízků, a jednoduché sazeče

Vrbové proutí se sklízí každoročně, a ve dvouletém intervalu se sklízí hole. Se sklizní se začíná po opadu listů, až je proutí dokonale vyztvářené. Seřezávají se všechny výhony na babce, aby zůstala zcela holá, a řez musí být hladký! Nejlepší je řez zahradnickou žabkou, při větším rozsahu je možné použít křovinořez s kotoučem Cobra blade s hoblovacím ozubením. Proutí se třídí podle kvality, a váže do otepí o váze až 20 kg. Otepi se staví do pyramid, aby nebyly znečištěny zeminou. Nelze-li proutí ihned dodat, musí se usušit, aby při skladování neplesnivělo. Vzhledem k tomu, že tenké proutí je placeno lépe než krátké a tlusté, nemusí být z ekonomického hlediska rozhodující hmotová výtěž (průměrný **výnos** vrbovny se udává 300 q proutí z 1 ha ročně). Pojem **jakost** není u vrbového proutí specifikován. Mimo větvení se posuzuje vhodnost k loupání, ohebnost či křehkost, příměs plevelů, vady a poškození proutí. Při stanovování ceny se přihlíží i k místu pěstování. **Příprava proutí před loupáním** se provádí mízováním, nebo vařením. Při **mízování** se staví otepi do vody tak, aby jejich spodní část byla ponořena asi 10 cm hluboko. Ve vodě se proutí ponechá tak dlouho, až lze kůru snadno sloupnout. Obvykle to bývá, až začne proutí rašit a pouštět kořinky. Po mízování zůstává proutí bílé. Doba **vaření** bývá asi 3 hodiny. Vařené proutí se loupe za tepla, nebo se ochladí ve vodě a poté se kropí pro udržení vlhkosti až do doby loupání. Vařené proutí není nikdy bílé, ale žluté, červené až hnědé. Zbarvení je způsobeno tříslovinami obsaženými v kůře, které se horkou vodou vyluhují a dřevo zabarví. **Loupání proutí** se provádí ručně, nebo s použitím jednoduchých strojů. Při loupání mízovaného proutí se musí dbát na to, aby se neušpinilo. Oloupané proutí se suší nejprve venku (děšť u vařeného proutí neškodí, u mízovaného přispívá k jeho žloutnutí) a poté v sušárnách. **Podélné štípání** proutí na šény se provádí pro některé košíkářské práce.



#### 24.6. Třídění a uložení vrbového proutí



#### 24.7. Podélné dělení (štípání) vrbového proutí na tři, a čtyři šény

Vrba má velký počet druhů, odrůd a forem, které z hlediska košíkářství třídíme do skupin

- Druhy s **tenkým proutím**: vrba červená (*Salix rubra*), má dřevo špinavě bílé a je vhodná pro nejjemnější košíkářské práce; vrba nachová (*Salix purpurea*), má dřevo špinavě bílé, vařené nažloutlé až žluté.
- Druhy s **tlustším proutím**: vrba rakytníkolistá (*Salix hippophaeifolia*), jejíž vařené pruty se dobře loupou a mají světle červenou barvu; vrba americká (*Salix americana*), mající dřevo v míze čistě bílé lesklé, vařené světle červené; vrba košíkářská (*Salix viminalis*), má v míze dřevo bílé, vařené světle červené.
- Druhy s **tlustým proutím**: vrba trojmužná (*Salix triandra*), má v míze dřevo čistě bílé, vařené červené; vrba bílá (*Salix alba*), používaná na hrubé košíkářské práce; vrba žlutá (*Salix alba*, var. *vitellina*), nejlepší pro vázání a kroucení.

#### 24.1.10. Těžba klestu

Klest je souhrnné označení vršků stromů o tloušťce pod 7 cm (nehroubí) a větví, včetně asimilačních orgánů a plodenství (šišky, jehlice, listí). Klest je získáván **oklestem** (vyvětčováním), **odvětčováním** (pokácených stromů) a **ořezem** (seřezáváním vrbových hlav). Získává z mýtních, předmýtních a výchovných těžeb nebo z účelových plantáží. Je významným, byť málo využívaným zdrojem lesní dendromasy, na 1 m<sup>3</sup> vytěženého dříví hroubí připadá 0,15 m<sup>3</sup> klestu, ale zůstává zpravidla na místě těžby k přirozenému rozpadu. Z hlediska možností zpracování se dělí na **větvovinu** (zdřevnatělé části větví s kůrou bez asimilačních orgánů) a **chvojínu** (zdřevnatělé části větví do tloušťky 8 mm s asimilačními orgány). Podle způsobů využití se klest dělí na skupiny:

- **klest technická**, používaná v zahradnictví k ochraně rostlin před mrazem
- **klest ozdobná**, vyráběná po celý rok z běžných jehličnatých dřevin (ceněny jsou větve se šíškami, i samotné borové šišky), a z dřevin introdukovaných (*Picea pungens*, *Abies concolor*, *Tsuga canadensis*, atd.), v zimním období je požadován i klest z listnáčů, a to hlavně z dubu, buku a olše (se šišticemi)
- **klest palivová** je zdrojem tepelné energie
- **klest krmná** je v myslivosti známá jako letnina. Získává se v červnu a červenci z lípy, jívy, jasanu, dubu a javoru. V zahraničí je užití krmné klesti častější, jako způsob získávání krmiva pro hospodářská zvířata bez potřeby zemědělské půdy.

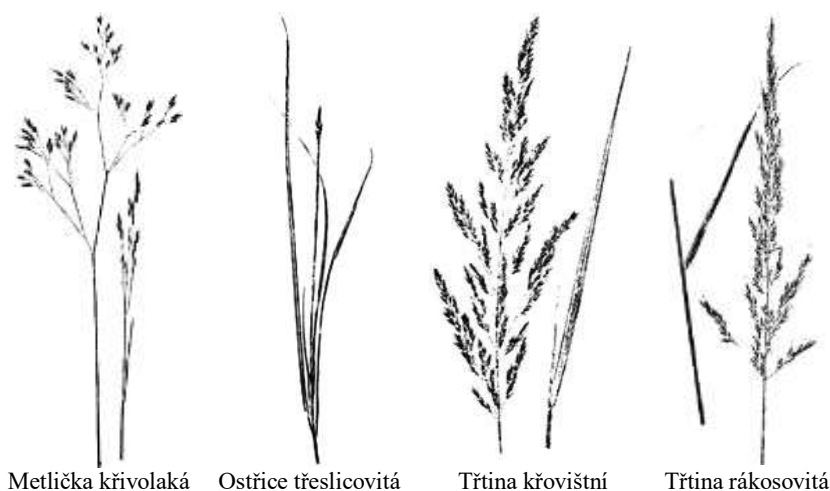
Soustředování klestu je důležité provést v co nejkratší době po výchovném pěstebním zásahu. Klest ponechaný 3-10 dní na místě výroby ztrácí velkou část cenných látek (vitaminů, karotenů, fytoncidů, éterických olejů aj.). Klest se ukládá na dva podklady o délce 4-5 m, mezi které se položí lano o průměru 4-5 mm. Ukládá se na celou délku podkladů do výšky 1-1,5 m. Šířka hromad je na délku klestu (tj. od 1,5 do 3,5 m). Místa hromad se volí tak, aby byla usnadněna jejich doprava. Soustředování se provádí nejčastěji traktory. V závislosti na místě další úpravy klestu se používá dvou způsobů:

- úprava klestu až ve zpracovatelském závodě
- úprava klestu před dopravou.

Klest je velice neskladným materiálem a lze jej přepravovat jako volně ložený (dost nevhodný způsob), lisovaný v blocích (pro dopravu nejhospodárnější způsob) nebo v lanovém úvazku či v dopravní síti.

#### 24.1.11. Těžba čalounické trávy

Nyní nemá čalounická tráva praktický význam, protože byla vytlačena umělými hmotami, majícími lepší vlastnosti. Používána byla ostřice třeslicovitá, metlice křivolaká, třtina křovištní a třtina rákosovitá. Čalounická tráva se sklízela zásadně před odkvětem, aby se z ní neprášilo. Očekávat lze obnovení zájmu o čalounickou trávu jen na hrubé čalounické práce, pro které jsou soudobé syntetické čalounické materiály příliš drahé (chomoutové podušky, čalouněné dveře, atd.).



24.8. Druhy trav vhodné jako „čalounická tráva“

#### 24.1.12. Těžba pařezů a kořenů

Těžba pařezů je v ČR v současnosti spíše výjimkou než pravidlem. Pařezy se v ČR obvykle těží při celoplošné přípravě půdy pro umělou obnovu a při dočasném či trvalém odlesňování. Jejich využití je nejčastěji energetické, ale lze je využít i pro výrobu celulózy, extrakci pryskyřice a u topolů a javorů pro získání kořenice na výrobu krájených dých. Kořeny se místně používají pro výrobu ozdobných předmětů, a pařezy (kořenice) olší pro rukodělnou výrobu hlaviček dýmek, jako náhrada briéru, vřesovce stromového *Erica arborea*, briar-wood, bruyère, dováženého v polotovarech z Itálie, Řecka a Alžiru.

#### 24.1.13. Sběr ozdobných rostlin

Jedná se o jmelí, konvalinky, petrklíče, aj. Větvičky vrby jívy s jehnědami (tzv. "kočičky") jsou na rozhraní kategorií ozdobných rostlin a ozdobného klestu. V tropech jsou sběrem získávány materiály pro floristy – orchideje, tilandsie, kapradiny a jiná dekorativní zeleň.

#### 24.1.14. Získávání lýka

K získání lýka se využívá kmen nebo silnější část kořenů. Lýko se nachází pod vrchní vrstvou kůry. Po jejím odstranění se objeví tenká vrstva lýka, která se následně po vláknech odlupuje.

Na ozdobnické účely se používají kvalitnější dovážené druhy lýka. S rozvojem podnikání může regionálně vzniknout zájem i o produkci domácí.

#### 24.1.15. Těžba rákosu

Používá se pro výrobu izolačních a stínících rohoží a rohoží pod omítky. Regionální význam získávání rákosu se zamokřených ploch je ale minimální.

#### 24.1.16. Těžba kamene, šterku, písku a rašeliny

Častá je těžba zemin pro podsypové vrstvy vozovek při výstavbě lesní dopravní sítě, kdy se otevírají zemníky v blízkosti stavby. Kamenolomy, pískovny a šterkovny jsou méně časté. Rašelina těžena být nesmí vůbec, protože patří mezi vyhrazené přírodní zdroje, o jejichž využívání rozhoduje stát a nesmí tedy být těženy volně. Těžba zemin může probíhat jen po udělení souhlasu Báňského úřadu. V České republice se těží rašelina například na Šumavě, ve Slavkovském lese u Krásna, ale i v dalších lokalitách.

#### 24.1.17. Ostatní přidružená lesní těžba

Lesní prostředí v subtropických a tropických zemích, i v mírném pásmu, poskytuje další materiály, které mohou být komoditou. V našich podmínkách to jsou dekorativní balvany, samorosty a větve některých dřevin (třešeň ptačí - *Prunus avium*, třešeň mahalebka – *P. mahaleb*, třešeň křovitá – *P. fruticosa*, višně



– *P. vulgaris*, trnka – *P. spinosa*) pro rukodělnou výrobu cigaretových špiček a troubelí dýmek. Ve dřevě rodu *Prunus* je totiž obsažena vonná fytoncidní látka kumarin, pro kterou je dřevo těchto dřevin vyhledáváno. Zařadit do této skupiny lze i sběr hlemýžďe zahradního, *Helix pomatia*, který se ale na základě Vyhlášek některých obcí s rozšířenou pravomocí nesmí v některých měsících sbírat (výkup je jen od 15. do 25.5.).

## 24.2. Přidružená lesní výroba

Pokud podnikatelský subjekt provozuje činnost, při které se podstatně přepracovávají přírodní materiály získané z lesa, hovoříme o přidružené lesní výrobě.

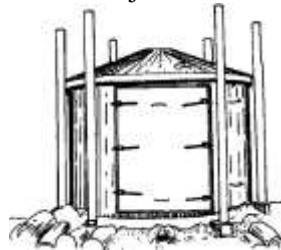
### 24.2.1. Výroba dřevěného uhlí

**Dřevěné uhlí** je lehká (140-220 kg.m<sup>-3</sup>), hygroskopická, tvrdá, drobná až kusovitá, pórovitá, vysoceuhlíkatá nekystalická látka černé barvy, s matným, modravě ocelovým leskem a kovovým zvukem, lasturovitým lomem a výraznou dřevitou strukturou, vznikající jako produkt pyrolýzy dříví. Obsahuje min. 80 % uhlíku, 2 % popelovin, 12 % prchavých látek a max. 8 % vody. Jeho výhřevnost je 27,2 MJ.kg<sup>-1</sup>. Dřevěné uhlí se využívá v hutnictví kovů, při nauhličování ocelí, v kovářství, jako absorbent ve filtrech pro kapaliny i plyny, a část vyráběného dřevěného uhlí se používá při grilování pokrmů. Z dřevěného uhlí z lípy a osiky se vyrábějí malířské uhly a křídly. V současné době se dřevěné uhlí vyrábí téměř výhradně z tvrdého listnatého dříví, lze je však vyrábět i z dříví jehličnatého. Výsledný produkt se liší měrnou hmotností, která je asi 1/4 hmotnosti dříví, ze kterého bylo vyrobeno. Měrná hmotnost uhlí z tvrdého dříví je 180-220 kg.m<sup>-3</sup> a uhlí z jehličnatého dříví 140-180 kg.m<sup>-3</sup>. Pro hrubé kalkulace se uvažuje s hmotnostní výtěží 25 % a objemovou 50 %. Před pálením dřevěného uhlí má být dříví řádně proschlé, proto se ponechává ve vysokých hraních na slunci a průvanu nejméně půl roku po těžbě. Vysychání se urychluje štípáním polen.

Dřevěné uhlí se **pálí v milířích, karbonizačních pecích a retortách**. Rozdíl mezi nimi je ve způsobu dodávání tepla pro tepelný rozklad. U milířů a karbonizačních pecí dodává teplo samo zuhelňované dřevo, zatímco u retort je teplo dodáváno zvenčí zahříváním pláště retorty (proto je retortové dřevěné uhlí chemicky nejčistší). **Milíře** se stavěly v pasekách, nebo na uhlištích. Do milíře (i karbonizační pece) se dává jen dříví těžé dřeviny a nemíchají se štěpiny a polena, ani polena výrazně odlišných dimenzí. Dříví se ukládá co nejtěsněji k sobě. Intenzita a rovnoměrnost hoření v milíři byly regulovány zesilováním jeho pokrývky a prorážením otvorů – dymníků. Slehávání milíře bylo ukazatelem průběhu pálení uhlí. Nerovnoměrně pokleslá místa signalizovala vyhořené prostory, zatímco k vystouplým místům bylo třeba přivést vzduch, aby prohořela. Uhlí z vyhořelého milíře bylo ochlazeno vyhrabáním a pohozením mourem. Uhlí se vyhrabovalo před večerem, aby byly žhnoucí uhlíky v noci vidět. Práce uhlířů byla namáhavá, nebezpečná (otravy kouřovými plyny, úrazy při vystupování na milíř), psychicky vyčerpávající (nedostatek spánku) a hygienicky nepříjemná. To jsou důvody, proč pálení dřevěného uhlí v milířích vymizelo na našem území ještě před válkou, a bylo nahrazeno pálením v **karbonizačních pecích**. Mimo **způsobu cyklického** se používá i **způsob kontinuální** (v pecích firmy LAMBIOTTE). Výhodou tepelného rozkladu dříví v karbonizačních pecích je i to, že kapalné a kondenzovatelné plynné produkty tohoto procesu lze zachycovat a využívat. Přesto není výroba dřevěného uhlí hygienicky úplně nezávadná, a proto nelze pece umisťovat a provozovat kdekoliv, ale jen se souhlasem hygienické služby.



24.9. Klasický milíř



26.10. Soudobá karbonizační pec

Zejména je třeba respektovat možnost samovznícení, proto musí být uhlí před pytlováním ponecháno 3-4 dny volně na vzduchu, je zakázáno jej vršit na hromady vyšší než 4 m, teplota uskladněného uhlí musí být kontrolována hloubkovými teploměry, a skladovací prostory musí být vybaveny zdrojem požární vody.

### 24.2.2. Výroba kůrorašelinových substrátů

Vzhledem k nedostatku rašeliny má ČR tradici ve výrobě kůrorašelinových substrátů. Aby nebyl proces výroby substrátu kompostováním příliš dlouhý, je nutné kůru mechanicky rozdrobit v drtičích kůry, přidat zeminu, a kompost kropit a přehazovat. Hotové substráty se propařují nebo chemicky ošetřují, aby se jimi nezavlékala semena plevelů.

**Kompostování kůry** je proces, jehož cílem je rychle a hospodárně odbourat organické substance v kůře a převést je na humusové látky. Aerobní rozklad je exotermickou reakcí, při které se může teplota kompostu zvýšit až na 80°C, což může zničit semena plevelů v kompostované hmotě, ale i zpomalit rozklad. Kompostování je v ČR usměrněno ČSN 46 5735 "Průmyslové komposty", podle které musí být kompostárna vodohospodářsky zabezpečena (nepropustným podložím a bezodtokým odkanalizováním). Podnikání při kompostování odpadů reguluje **zákon 455/1991 Sb.** (živnostenský zákon) a **Zákon č. 185/2001 Sb.** (o odpadech). **Provozování kompostárny**, jako zařízení ke zneškodňování odpadů, je možné jen se souhlasem příslušného úřadu, který musí obsahovat i souhlas s provozním řádem. Živnost spojená s kompostováním odpadů je označována jako nakládání s odpady. Další povinností provozovatele kompostárny, který formou prodeje uvádí do oběhu kompost, vyplývající ze **zákona č. 22/1997 Sb.** (o technických požadavcích na výrobky) a ze **zákona č. 238/2020 Sb.** (o ochraně spotřebitele), je opatření osvědčení o způsobilosti kompostu k uvedení na trh. Toto osvědčení vydává Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, a podle obsahu cizorodých příměsí rozhodne i o přípustnosti použití kompostu pro zemědělskou výrobu (z důvodů rizika kontaminace zemědělských půd těžkými kovy), nebo jen pro nezemědělské rekultivace.

Nejjednodušší technologie **kompostování** je v **hromadách**, ve kterých se materiál přehazuje a tím promíchává a provzdušuje. Jinou technologií je použití **kompostovacích žlabů**, ve kterých míchací zařízení materiál kontinuálně přehazuje a současně posunuje. Další technologií je **kompostování v bioreaktorech**. Ve vertikálních bioreaktorech tvořených věžovými zásobníky se kompostovaný materiál pohybuje působením gravitace shora dolů, a současně je provzdušován vzduchem přiváděným dnem reaktoru. Horizontální bioreaktory jsou tunelové konstrukce, s hydraulickým zařízením pro posuv kompostovaného materiálu, které jsou provzdušovány stlačeným vzduchem přiváděným kanálem ve dně tunelu. Hotové komposty (po cca 3 měsíční fermentaci se dvěma překopávkami - při klasické výrobě na hromadách) je vhodné přetřídit na sítích a nadsítnou složku vrátit do nového procesu. Intenzivnější výroba kompostů probíhá v bioreaktorech, kdy může být proces fermentace zkrácen na 10 až 14 dní. Vyšší teplota fermentace (60-80°C) než při běžném kompostování zabezpečuje účinnější devitalizaci patogenních mikroorganismů a semen plevelů. Vizually má být hotový kompost tmavé barvy, homogenní drobtovité struktury a se zápachem pařeništní zeminy.

### 24.2.3. Výroba biobriket a pelet

K tvorbě biobriket dochází při lisování materiálu vhodné zrnitosti za vysokého tlaku a teploty, kdy lignín plastifikuje a stává se pojivem. Spalování biobriket je vhodné v topeništích nízkých výkonů na pevná paliva s přerušovaným provozem. Energeticky je výroba biobriket náročná, protože vyžaduje desintegraci vstupního materiálu při snížení jeho vlhkosti. Výsledkem je zušlechtěné palivo o výhřevnosti až 4 800 kcal.kg<sup>-1</sup>, schopné prostorově úsporného skladování. Výhodná je výroba briket z materiálu vysušeného a dezintegrováného v průběhu jiného technologického procesu, např. z pilin a hoblin z vysušeného řeziva při dřevozpracující výrobě.

Na rozdíl od výroby biobriket, vyžadující speciální strojní vybavení, lze palivové pelety vyrábět i na linkách pro výrobu granulovaných krmiv pro hospodářská zvířata. Při výrobě biobriket jsou štěpky sušeny horkým vzduchem o teplotě cca 320 °C, aby jejich vlhkost byla pod 20 % (optimum je 14-17 %). Po další desintegraci je materiál lisován bez přidávání pojiv tlakem 150-160 kp/cm<sup>2</sup>. Na výstupu z lisu se brikety chladí a balí.

Výroba biobriket je často konfrontována s přímým spalováním štěpek. Obvykle se přitom výroba briket považuje za ekonomicky nevýhodnou. Objektivně je však třeba brát v úvahu, že spotřeba energie pro sušení štěpek před briketovacím lisem není ztrátou, protože se získává palivo vysoké výhřevnosti, při jehož spalování v lokálních topeništích již odpadá fáze vysušování paliva. Tak se centrálně vložená energie získává zpět v rozptýlených topeništích.

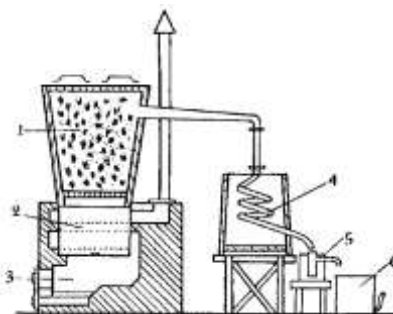
#### 24.2.4. Výroba vitamínové moučky z jehličí

Vitamínová moučka je sušené a rozemleté jehličí smrku, borovice, jedle, případně některých druhů listnatých dřevin, včetně malé příměsi kůry a dřeva. Z jehličnatých dřevin ji lze vyrábět během celého roku. Z listů listnatých druhů dřevin pouze v letním období. Používá se jako přísada do krmiv hospodářských zvířat, zvěře a ryb v množství do 4 % hmotnosti krmiva. Obsahuje vitamíny C, B<sub>2</sub>, K, E, P, a dále karoten, chlorofyl, fytoncidy, železo, hořčík, měď, vápník, kobalt, polysacharidy, protein a celulózu.

Při výrobě vitamínové moučky je nutné volit takovou technologii a takové zařízení, aby se v moučce zachovalo co největší množství cenných látek. Kvalita vitamínové moučky je podmíněna čerstvostí zpracovávaného jehličí, rychlostí sušení, obsahem kyslíku v sušícím vzduchu a rychlostí chlazení moučky. Pro zachování přijatelného obsahu karotenů a vitamínů nesmí doba mezi těžbou stromu a výrobou moučky přesáhnout 72 hodin. Výrobu vitamínových granulí lze realizovat na běžných krmivářských linkách. Granule mají mít zelenou až modrozelenou barvu, vůni čerstvého jehličí a vlhkost do 10 %.

#### 24.2.5. Získávání silic

V různých částech stromů jsou obsaženy složité organické látky člověkem používané, nebo potenciálně použitelné. Jsou to cukry, tuky, barviva, vitaminy, aromatické látky a fytoncidy. Z částí stromů je lze oddělit extrakcí vodou za studena (vitamínové nápoje a rostlinná barviva), za horka (biologicky účinné složky čajů), tuky (léčebné masti), organickými rozpouštědly (vymývání barviv lihem, technickým benzínem), či horkou parou (extrakce silic a éterických olejů). Při výrobě mýdel, léků a v kosmetice se používají aromatické a antimikrobiálně účinné silice - éterické oleje, které lze definovat jako směsi těkavých, vonných kapalných látek které jsou bezbarvé, nažloutlé či nazelenalé barvy. Z chemického hlediska se jedná o substance složité, tvořené terpeny a jejich deriváty, alifatickými a aromatickými sloučeninami, uhlovodíky, alkoholy, aldehydy, ketony, estery, fenoly apod. Jejich bod varu se pohybuje od 150 do 280 °C, a hustota v rozmezí 0,85 až 0,94 g/cm<sup>3</sup>. Jsou obsaženy v pryskyřici, zelené kůře, prýtech a jehličí jehličnatých stromů, ale i v pupenech a kůře nevyzrálých letorostů listnatých stromů. Silice obsahují fytoncidní látky, jsou tedy baktericidní a pravděpodobně i virocidní. Pro výrobu silic z jehličí přicházejí v našich podmínkách v úvahu smrk, borovice a jedle, přičemž silice získané z těchto druhů dřevin se od sebe kvalitativně liší.



1 destilační kotel s chvojínou, 2 vyvíječ páry, 3 topeniště, 4 chladič, 5 florentinská nádoba, 6 nádoba na olej

#### 24.10. Destilační zařízení pro získávání éterických olejů z jehličí

**Získávání silic** je možné třemi způsoby: **Destilací** vodní parou, kdy se jehličí přímo vaří, nebo se destiluje vodní parou. **Extrakcí** nízkovroucími rozpouštědly nebo pomocí tuků. **Lisováním** s následným čištěním kapaliny vylisované z chvojiny hydraulickými lisami usazováním a filtrováním.

#### 24.2.6. Výroba chlorofylové pasty

Chlorofylová (chlorofylkarotenová) pasta je směs v tucích rozpustných chlorofylkarotenoidů, vitamínů a dalších látek obsažených v jehličí. Léčebné účinky pasty spočívají v přítomnosti biologicky aktivních látek: vitamínu E, provitamínu D, mastných a pryskyřičných kyselin, chlorofylu, fytoncidů, karotenu, karotenoidů a voskových látek. Obsahuje také dezodorizační látky. Pro získávání pasty musí být klest co nejčerstvější. Nejprve se v odchovovacím zařízení oddělí chvojina od větroviny. Zvyšováním obsahu dřeva v chvojně klesá úměrně výtěžnost pasty. Vytríděná chvojina se pak drtí a ukládá do

extraktoru, ve kterém se pomocí benzínových par extrahuje. Extrakční roztok se nechá usadit, přefiltruje se a zahušťuje. Horká hmota se neutralizuje louhem sodným a dořeďuje vodou na konzistenci vazelíny.

#### 24.2.7. Včelařství

Zájem člověka o včely, přesněji o včelí produkty, začal dlouho před tím, než člověk poznal, jak pěstovat rostliny a chovat zvířata. Využívání lesních včel v historii je označováno jako brtnictví. Právě brtnictví předcházelo včelařství a jedná se o již zaniklou činnost, která se zabývala získáním medu pro potravu. Včelařství s kočujícími včelstvy bylo typickou přidruženou lesní výrobou v teplejších oblastech ČR a je jeden z nejstarších a nejobdivuhodnějších oborů lidské činnosti. Kromě brtí a úlů používali včelaři další pomůcky, jako jsou sekyrky, žebříky, nádoby, pomůcky k výrobě kouře, lopatky, nože nebo vidličky k vybírání plástů. V procesu transformace lesního hospodářství patřilo mezi první privatizované aktivity. V současné době je na trhu med z tuzemské produkce vytlačován dovozem ze zemí s levnější pracovní silou a s vhodnějšími přírodními podmínkami, což vede k celkovému poklesu počtu včelstev. Zajímavostí je, že např. hodnota medu z akátového porostu je za obmýti vyšší, než hodnota získaného dříví.

#### 24.2.8. Rybářství

Pokud se týká rybářství na vodních nádržích a tocích v majetku (správě) lesnických hospodařících subjektů, je třeba upozornit, že pro chov ryb a zejména rybolov platí stejné zákony jako na ostatních vodách. Drobné potoky s chladnější vodou, které nejsou zařazeny do rybářských revírů, lze využít k odchovu jednoleté a dvouleté násady pstruha obecného, potoční formy. Při výběru odchovného potoka je třeba znát roční charakteristiku průtoku s ohledem na minimální vodní stavy v letním a podzimním období a na možnost promrzání v zimním období. Základní podmínkou je zmapování všech možných zdrojů znečištění vody. Při vlastní realizaci chovu je velmi důležité vedení přesné hospodářské evidence odchovného potoka, protože optimální hustotu obsádky chovaných ryb můžeme stanovit pouze empiricky až po několikaletém hospodaření. Malé rybníky lze využít velmi výhodně a s minimálními náklady k odchovu ročních plůdků nedostatkových říčních druhů ryb.

#### 24.2.9. Chov kožešinových zvířat

Ještě před transformací lesního hospodářství chov kožešinových zvířat jako přidružená lesní výroba téměř neexistoval, jako reakce na obtíže se zajišťováním cenově přijatelného a nezávadného krmiva a vody, a jako odezva na konkurenci ze zahraničí, pokud se týká kožek nutrií. V příznivých podmínkách však nic nebrání obnovení této aktivity. Základním předpokladem pro chov kožešinových zvířat je poptávka po surovinách i mase, a výhodné ceny. Podstatný je také výběr vhodného klidného místa pro výstavbu chovu. Na farmách lze chovat norky, lišky obecné, modré lišky, fretky tchořovité, mývale, psyky mývalovité, nutrie, činčily nebo králíky.

#### 24.2.10. Farmové chovy zvěře

V našich podmínkách jsou farmové chovy zvěře v začátcích, a to ještě převážně u jiných subjektů než lesnických. Vzhledem k tomu, že v sousedních zemích je např. farmový chov daňků běžný, lze i u nás očekávat rychlý rozvoj farmových chovů, a to i zatím exotické zvěře jako jsou pštrosi. Při zakládání farmového chovu je prvním, zásadním úkolem legalizace chovu, původ a identifikace zvířat. V nadhledu bychom mohli uvažovat o perspektivě domestikace chované zvěře, což je záležitost legislativní i chovatelská. V počátku zakládání chovných linií, které by postupným šlechtěním, nebo alespoň důsledným výběrem směřovaly k typu zvířat co nejlépe přizpůsobeným farmovému chovu. Základními požadavky by byla co nejlepší zmasilost, spolehlivá reprodukce a adaptace na specifické podmínky farmového chovu. Daná zvěř musí mít kvalitní ustájení, vhodný výběh, zdravotní prevenci, musí být sledován jejich reprodukční cyklus a hmotnostní přírůstek, kvalita odchovu nejlepších kusů, představujících základní stádo a výživa a technika krmení je přizpůsobena věku, živé hmotnosti a účelu chovu.

#### 24.2.11. Produkce ozdobných dřevin

Pěstování ozdobných dřevin bývá častou přidruženou lesní výrobou, ale protože bývá začleňováno do provozu lesních školek, neobjevuje se jako samostatná komerční aktivita.

#### **24.2.12. Zemědělská výroba**

**Zemědělská výroba rostlinná** bývala objemově nejrozsáhlejší přidruženou výrobou, protože zajišťovala krmivo pro tažné koně a zvěř. S privatizací potahů objem této činnosti výrazně poklesl. Specifickou zemědělskou výrobou je **chov tažných koní**.

#### **24.2.13. Drobná lesní výroba**

Pod tento pojem jsou zahrnovány ty přidružené lesní výroby (výroba březových košťat), které není možné zařadit do jiných, specifikovaných činností.

#### **24.2.14. Přidružená dřevařská výroba**

Původním záměrem přidružené dřevařské výroby (PDV) bylo zhodnocení obtížně prodejného dříví a zaměstnávání pracovníků z pěstební činnosti přes zimní období. Nyní má PDV charakter celoroční výroby s požezem pilařské kulatiny běžné kvality. Vzhledem k tomu, že malé výrobny nemohou konkurovat velkým pilám ve standardním řezivu, nemůže být skladba výroby stejná, ale musí být dodáváno řezivo specifikované, nebo musí být výroba zaměřena na řezivo pro vlastní finalizaci. Obvyklá je proto výroba regionálně požadovaných výrobků: šindel, dřevěná dlažba, proklady a podklady, oplocenkové dílce, zásněžky, bedny, lísky na ovoce, kůly, palivová kola, kolíky do věnců, rezonanční přířezy, zátky do papírenských rolí, palety vratné i nevratné, dřevěné suvenýry, atd.

## 25. TECHNIKA PRO ZEMNÍ PRÁCE

Zemní práce jsou zpravidla součástí prací stavebních a patří k nim zejména

- přípravné práce spojené s očištěním povrchu staveniště nebo výkopiště
- výkopy pro vytvoření prostorů v zemi, pro úpravu dna a břehů vodních toků a nádrží, a pro získání sypaniny (zemníků)
- práce s budováním zemních konstrukcí
- manipulace s výkopkem a sypaninou
- úpravy povrchových ploch některých konstrukcí, jako úprava pláně a svahování a úprava dna výkopů, zhutňování těchto ploch
- práce spojené s rekultivací pozemků.

V lesním hospodářství hrají zemní stroje důležitou roli, protože v LH jsou nezbytné stavby pozemních komunikací i jejich údržba a rekonstrukce, což jsou typické oblasti využití zemních strojů. Na konstrukci zemních strojů či na jejich provozování v LH nejsou kladeny žádné zvláštní nároky, jedná se o běžné typy strojů, zpravidla menších a lehčích výkonnostních kategorií, protože rozsah staveb bývá relativně malý. Typickou v LH je potřeba snadného přemísťování zemních strojů na rozptýlená staveniště.

### 25.1. Mechanizace zemních prací, její význam a základní znaky

#### 25.1.1. Význam mechanizace zemních prací

Typickými zemními pracemi je rozpojování zemin a přesun hmot, které při manuální realizaci vyžadují fyzickou námahu a značný počet pracovních sil. Základním cílem mechanizace zemních prací je proto zvýšení produktivity práce, zkrácení termínů realizace a snížení namáhavosti. K tomu přistupuje snížení závislosti na klimatických podmínkách, zvýšení bezpečnosti práce aj. Mechanizace zemních prací přinesla ve srovnání s manuální prací obrovský nárůst výkonnosti – viz tabulka 25.1. Zemní stroje v lesním hospodářství vykonávají soubor operací, které jsou vzájemně provázány a navazují na sebe. Proto musí zemní stroje tvořit účelný soubor kvalitativně i kapacitně vyrovnaných prostředků – soustavu strojů, vytvořenou na základě přípravy výroby.

Stroj	Nahradí pracovníků
Dozery o výkonu 80 – 120 kW	70 – 90
Motorové srovnávače 50 – 120 kW	30 – 50
Rypadla o objemu lopaty 0,15 – 3 m <sup>3</sup>	20 – 160
Zhutňovací stroje o hmotnosti 4 – 25 t	20 – 50
Přenosný pásový dopravník	5 – 8

Tab. 25.1. Srovnání pracnosti strojové a manuální práce při zemních pracích

**Stroje pro zemní práce** se rozdělují podle svého základního účelu do skupin

- dozery a rozrývače
- rypadla
- skrejpry
- grejdry
- univerzální dokončovací stroje
- zhutňovací stroje
- vrtné soupravy a kladiva.

#### 25.1.2. Odborné termíny zemních prací (ČSN 73 3050)

**Zemní práce** se zabývají rozpojováním hornin, přemísťováním výkopku nebo sypaniny, jejich sypaním včetně případného zhutňování nebo jiného zpevnění a jinými úpravami souvisejícími s těmito pracemi.

**Zemní objekt** je stavební dílo, jež je výsledkem zemních prací. Podle způsobu budování se dělí na výkopy a sypané konstrukce.



**Vykopávka** je rozpojování horniny, odebírání výkopku s jeho odhozením nebo naložením na dopravní prostředek. **Výkop** je zemní objekt, který se tvaruje vykopávkou se současným vytvářením svahů a dna s jejich případným urovnáním a roubením. **Výkopek** je hornina rozpojená vykopávkou. **Výkopiště** je místo vykopávky.

**Zemník** je výkopiště určené pro získávání sypaniny. Tento pojem je zvláště důležitý pro zemní práce v LH, neboť velmi často je účelné používat pro stavby komunikací místní materiály těžené v zemnicích.

**Hloubení** je druh vykopávky pod vodorovnou rovinou proloženou nejnižším bodem původního terénu.

**Hloubený výkop** je výsledkem hloubení, podle tvaru se dělí

- jáma (stavební) - výkop, který není šachtou, šířka  $>2$  m, poměr délky a šířky  $<6$
- hloubený zářez - výkop, který není šachtou, šířka  $>2$  m, poměr délky a šířky min. 6
- rýha - výkop, který není šachtou, šířka max. 2 m, poměr délky a šířky min. 6
- šachta – výkop s půdorysem max.  $36 \text{ m}^2$  a max. rozměrem je hloubka.

**Sypaná konstrukce** je zemní objekt budovaný sypáním: násyp, zásyp, obsyp.

**Vodorovné přemístění výkopku** je doprava výkopku z výkopiště do zemní konstrukce nebo na skládku s vyložením z dopravního prostředku a s nutným rozhrnutím

**Svislé přemístění výkopku** je zdvižení výkopku z místa rozpojování na výškovou úroveň vodorovného přemístění výkopku.

**Svahování** je zemní úprava tvaru stálých svahů se sklony většími než 1:5, včetně přemístění sypaniny na vyrovnávání prohlubní na svahu.

**Úprava pláně** je zemní úprava tvaru plochy území se sklonem do 1:5.

**Hutnění** je zemní práce snižující pórovitost zeminy nebo sypaniny pro zvýšení jejich odolnosti před vlivy zatížení nebo povětrnosti.

**Roubení** je dočasná stavební konstrukce chránící stěny výkopu proti sesuvu.

**Pažení** je plochá výplň roubení, která je v přímém styku se zeminou.

**Nakypření** je přírůstek  $N$  objemu rozpojené horniny  $V_1$  oproti původnímu stavu  $V_0$ , vyjádřený poměrem  $N = V_1 : V_0$ .

### 25.1.3. Základní požadavky na provádění zemních prací

Zemní práce musí být prováděny s respektováním určitých zásad v zájmu dosažení žádoucího výsledku. Těmito zásadami jsou zejména

- vytvoření díla v požadované kvalitě (lokalita, tvar, rozměry, způsob provedení) odpovídající dalším záměrům
- realizace prací podle vypracovaného a schváleného projektu
- dokonalá příprava staveniště
- vypracování a dodržení časového harmonogramu
- použití vhodné mechanizace
- zaměstnání optimálního počtu pracovníků
- dodržení kalkulovaných nákladových parametrů
- dodržení zásad bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
- obezřetnost při pracích v blízkosti podzemních či nadzemních vedení (strojem možno pracovat nejbliže do 1 m od kraje vedení)
- respektování požadavků zvláštního postupu při významných nálezech ve výkopech
- minimalizace negativních vlivů zemních prací na prostředí (ochrana půdy, porostů, vod, minimalizace škod na sousedních lokalitách, uvedení pozemků do původního stavu, rekultivace apod.).

Zemní práce jsou zpravidla vykonávány jako řetězec na sebe vzájemně navazujících operací. Mnohdy je lze přirovnat k výrobnímu procesu bez mezioperační zásoby, což znamená, že produktivita operací by měla být srovnatelná, aby nedocházelo ke zbytečným prostojům. Proto optimální volby vhodných mechanizačních prostředků a jejich časové určení v podobě harmonogramu prací (viz tabulka 25.2.) jsou nezbytností.

ČINNOSTI	OBJEM Q	VÝKON V	SMĚN a, b, h	TÝDNY Č.								
				14	15	16	17	18	19	20	21	
1 SHRNTÍ OPNICE DOZEREM D 271 K ODVOZU	3 800 m <sup>3</sup>	40,7 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	10,4	— —	— —							
2 VYZNAČENÍ OBVODU HRUBÝCH TERÉNÍCH ÚPRAV	750 m	ODHAD	1,5		— —							
3 ZŘÍZENÍ PŘÍKOPU NAD VÝKOPÍŠTĚM	320 m	ODHAD	5,0		— —							
4 ODKOPÁVKA SVAHU PÁSOVÝM RYPADLEM DH 411 S NALOŽENÍM	12 100 m <sup>3</sup>	69,8 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	21,8 <sup>x</sup>			▣▣▣	▣▣▣	▣				
5 SROVNÁNÍ HRUBÉ PLÁNĚ DOZEREM D 271	4 800 m <sup>2</sup>	180,0 m <sup>2</sup> h <sup>-1</sup>	3,3				— —	— —				
6 VYTÝČENÍ PROSTORU JÁMY PRO SUTERÉN HL. BUDOVY	180 m	ODHAD	1,0				— —					
7 HLOUBENÍ JÁMY KOLOVÝM RY- PADLEM DH 132 S NALOŽENÍM	5 200 m <sup>3</sup>	21,1 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	30,5 <sup>x</sup>					▣▣▣	▣▣▣	▣▣▣	▣	
8 SROVNÁNÍ A ODVODNĚNÍ DNA JÁMY DRĚNÝ A STUDNĚMI	1800 m <sup>2</sup>	ODHAD	6,0						— —			— —

<sup>x</sup> RYPADLA S VOZIDLY VE DVOUSMĚNNÉM PROVOZU ▣▣▣, OSTATNÍ PRÁCE V JEDNOSMĚNN. PROVOZU —|—

Tab. 25.2. Příklad harmonogramu zemních prací při budování jámy

### 25.1.4. Příprava zemních prací

Příprava zemních prací obsahuje zejména

- vytyčení navržených objektů a zařízení (vytyčovací plány, základní vytyčovací prvky)
- propočítání kubatur zemních prací
- posouzení zemin
- určení způsobu provedení zemních prací a výběr vhodného souboru strojů
- vykonat skrývku kulturní vrstvy půdy a vytvořit podmínky pro její další účelné využití.

### 25.2. Rozpojování hornin

Rozpojováním kompaktních a ulehklých hornin se rozumí jejich rozrušení, uvolnění či nakypření tak, aby mohly být z místa odstraněny, nebo vytěženy pro účely staveb.

#### Faktory rozpojování hornin

- druh a vlastnosti horniny
- základní parametry nástroje
- technologie práce.

#### Způsoby rozpojování hornin

- mechanický: pracovní nástroj působí bezprostředně na horninu (řezání + vrtání)
- hydraulický: účinek proudu tlakové vody
- explozivní: účinek energie vzniklé výbuchem trhaviny
- fyzikální a chemické: běžně se nepoužívá (stádium zkoušek).

#### Zatřídění hornin

Horniny se zatřídí podle charakteristických vlastností a obtížnosti rozpojování do 7 tříd. Správné zatřídění horniny je předpokladem optimální volby zemního stroje, či jiného způsobu rozpojování hornin.

- 1. třída - horniny
  - rypné soudržné, měkké konsistence, mimo jílu (ornice, hlína)
  - neulehlé nesoudržné, popř. se šterkovými zrny do 5 cm (písek, šterk)
  - stavební odpad a navážka obdobných vlastností
- 2. třída - horniny
  - lehce rozpojitelné, soudržné, většinou tuhé konsistence, mimo jílu (ornice, hlína, atd.)
  - nesoudržné, středně ulehlé, šterková zrna do 10 cm (písčítý šterk, střední šterk)
  - stavební odpad a navážka obdobných vlastností
- 3. třída - horniny
  - středně rozpojitelné soudržné, většinou pevné konsistence (hlína, spraš, jíl)
  - nesoudržné ulehlé, kameny do 25 cm (hrubý písčítý šterk, šterk)
  - stavební odpad a navážka obdobných vlastností
- 4. třída - horniny
  - těžce rozpojitelné soudržné, většinou tvrdé konsistence (jíl, spraš)
  - nesoudržné, s kameny do 0,1 m<sup>3</sup> jednotlivě, nesoudržné horniny s jílovitým nebo hlinitým pojivem, zvětraliny obdobných vlastností (hrubý šterk)
  - silně rozpukané a zvětralé jinak patřící do tř. 5 (rozrušená žula, rula, vápenec)
  - kašovité a tekuté konsistence (bahno, tekutý písek)
  - stavební odpad a navážka obdobných vlastností
- 5. třída - horniny
  - snadno rozpojitelné trhacími pracemi
  - nesoudržné s balvany do 0,1 m<sup>3</sup> (hrubý šterk a kameny)
  - nesoudržné 4. tř. se soudržným tmelem (šterk s tmelem)
  - poloskalní ve vrstvách do 15 cm (slepence, břidlice, pískovce)
  - skalní s plochami dělitelnosti do 15 cm (navětralá žula, rula, vápenec)
  - zmrzlé zeminy
- 6. třída - horniny
  - těžce rozpojitelné trhacími pracemi
  - nesoudržné s balvany nad 0,1 m<sup>3</sup>
  - skalní vyvělé a přeměněné v mohutných lavicích s plochami dělitelnosti do 1,1 m (žula, rula, svor, čedič)
  - skalní usazené, vrstva do 1 m (slepence, vápenec)
- 7. třída - horniny
  - velmi těžce rozpojitelné trhacími pracemi: zdravé skalní masivy.

### Mechanika rozpojování hornin pracovními nástroji

Ztěžujícím faktorem při rozpojování hornin je nesourodost a proměnlivost rozpojovaného materiálu. Základní vlastností hornin vzhledem k jejich rozpojitelnosti je **měrný odpor proti mechanickému rozpojování**. Odpor proti rypání, **rypný odpor  $R$**  je vyvozován horninou a při rozpojování je překonáván rypnou silou stroje po dobu rozpojování a nabírání horniny. Odpor proti rypání závisí na

- soudržnosti horniny
- tloušťce oddělované třísky
- geometrii nástroje
- stavu nástroje
- úhlu mezi trajektorií pohybu nástroje a vodorovnou rovinou
- hloubce a rychlosti řezání.

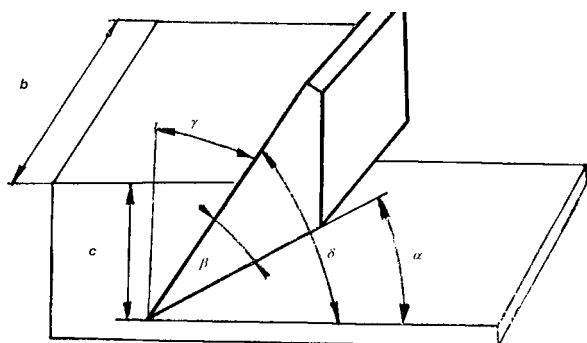
**Geometrie řezného nástroje** má značný vliv na průběh a limity rypání horniny. Platí zde analogické zákonitosti jako u řezu dřeva. U řezného nástroje sledujeme zejména tyto parametry (Obr. 25.1.):

$\alpha$  ... úhel hřbetu,  $\alpha = 5-10^\circ$

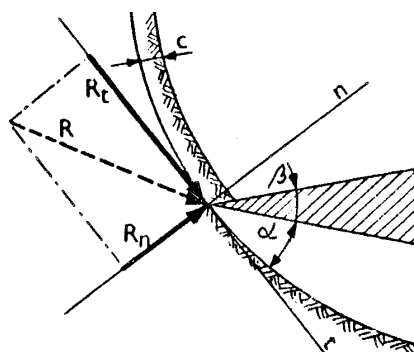
$\beta$  ... úhel ostří,  $\beta = 15-20^\circ$  (vodorovný řez),  $25-50^\circ$  (svislý řez)

$\chi$  ... úhel čela

$\delta$  ... úhel řezání,  $\delta = \alpha + \beta$



Obr. 25.1. Základní parametry geometrie řezného nástroje



Obr. 25.2. Odporů proti rýpání

Stanovení velikosti rypného odporu  $R$  (viz Obr. 25.2.)

a) tangenciální složka odporu  $R_t$

$$R_t = k_t \cdot b \cdot c \quad [\text{N}]$$

$b$ ...šířka záběru (m),  $c$ ...tloušťka třísky (m),  $k_t$ ...specifický odpor proti rýpání (Pa)

b) normálová složka odporu

$$R_n = k_e \cdot R_t \quad [\text{N}];$$

$$k_e = 0,2 - 0,8 \text{ (písky až jíly)}$$

c) výsledný odpor  $R$

$$R = (R_t^2 + R_n^2)^{1/2} \quad [\text{N}]$$

### Práce konaná při rýpání

Při rýpání působí síla  $F$  na nástroji po dráze  $s$ , přitom se koná práce

$$A = F \cdot s = s \cdot b \cdot c \cdot k_m \quad [\text{N} \cdot \text{m} = \text{J}]$$

$$s \cdot b \cdot c = V; V \dots \text{objem narýpané zeminy} \quad [\text{m}^3]$$

Popis horniny	Třída horniny	Pracovní nástroj		
		Lopata rypadla	Nože skrejpru	Radlice dozeru
kyprý, suchý písek	1	0,015-0,025	0,020-0,04	0,028-0,045
písek, hornina hlinitopísčítá lehká, písčitohlinitá vlhká	1 - 2	0,03-0,07	0,05-0,01	0,06-0,12
písčitohlinitá hornina, drobný štěr, vlhká lehká hlína	2	0,06-0,13	0,095-0,18	0,1-0,2
střední hlína, pevná písčitohlinitá hornina, příp. těžká rozrytá	3	0,125-0,195	0,17-0,3	0,16-0,32
těžké horniny	4	0,2-0,3	0,32-0,49	0,31-0,42

Tab. 25.3. Hodnoty měrného odporu rýpání [MPa, N.mm<sup>-2</sup>]

Třída těžitelnosti	Práce ruční	Práce strojová					
1	lopata kdekoliv, lehce rýčem	slabá rypadla a nakladače	skrejpry	dozery, běžná rypadla, kladiva, kladiva	velmi výkonná rypadla	rozryvače	vrtáky a střelění
2	lopata na tvrdé podložce, rýč, pomocně i krompáč						
3	krompáč, místy i rýč						
4	krompáč, klíny, sbiječka						
5	krompáč, klíny, sbiječka, vše po předchozím rozrušení						
6	dtto jako u 5.						
7	dtto jako u 5.						

Tab. 25.4. Použitelnost prostředků při rozpojování hornin

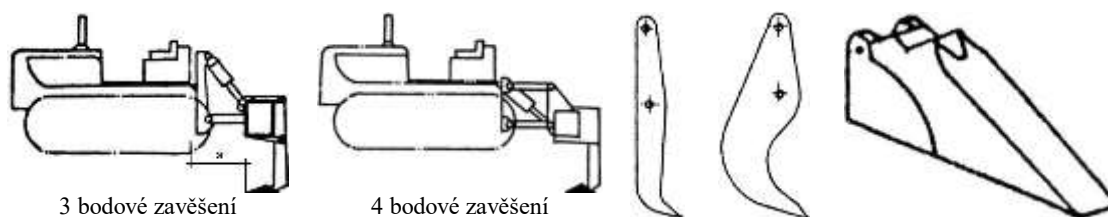
### 25.3. Stroje pro zemní práce

**Rozrývače** jsou určeny pro těžení hornin vyšších tříd těžitelnosti, dlažby, atd., zejména tam, kde nelze použít trhavin (okolí obydlí, zdroje pitné vody) a v kombinaci s jinými stroji (dozeru, grejdru), se kterými bývají spojeny v jeden celek a zvyšují tak jejich výkonnost 3-5x. Pracují za pojezdu stroje.

**Rozdělení rozrývačů** je podle

- účelu - normální (do hloubky max. 1 m, 3 - 5 nožů) a speciální (do hloubky 1 až 2 m, zpravidla 1 nůž)
- pohonu - vlečené a závěsné.

**Vlečené rozrývače** jsou starší koncepce, využívají tíhu základového stroje, jsou ovládané hydraulicky a zavěšeny na hydraulickém závěsu 3 nebo 4bodovém. Čtyřbodový závěs je vhodnější, protože zachovává optimální úhel nože, zvyšuje výkon a životnost nože v důsledku samoostření, nevýhodou je menší tuhost zavěšení. **Pracovní nástroje** (nože) jsou rozmístěny v řadě vedle sebe nebo šachovnicovitě. Vzdálenost mezi noži - lehčí horniny 3 nože (rozteč 0,8 až 1 m) až 5 nožů (0,3 až 0,5 m). Nůž má návar z tvrdokovu nebo vyměnitelnou botku z ořezavzdorného materiálu, tloušťka nože je 60-100 mm, délka nože musí být o 100-300 mm větší, než hloubka rozrývání. Výška zvednutí nožů musí zajistit dobrou průchodnost stroje (zadní nájezdový úhel  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ). Úhel rozrývání je dán druhem horniny (ve zvětralých skalách  $35^{\circ}$ - $45^{\circ}$ ). **Tvar nože** rozrývače je **přímý**, vhodný pro zmrzlé horniny a lehčí skalní horniny a do hloubky nad 0,8m, nebo **zakřivený**, dobře se zahlubuje a vyhlubuje a má menší spotřebu energie, vhodný je do hloubek do 0,8 m a pro zvětralé skály a horniny vrstevného uložení, u kterých působí zakřivená část dobré rozlamování.

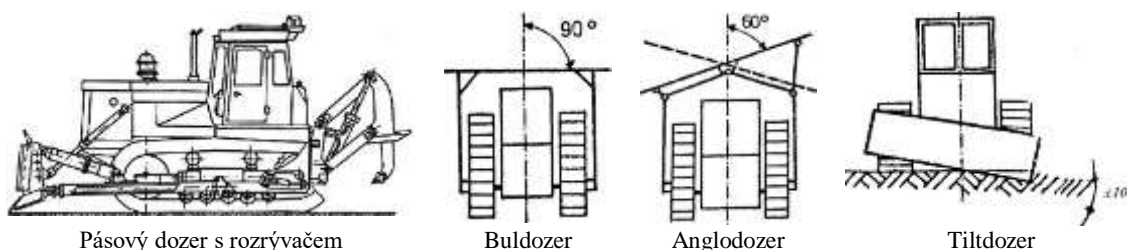


Obr. 25.3. Zavěšení rozrývačů

Obr. 25.4. Tvary nožů rozrývačů

**Dozery** jsou pásové nebo kolové traktory s radlicí umístěnou vpředu, která těží, přemísťuje a rozprostírá zeminu. Pracují za pojezdu stroje (cyklický způsob práce) => pracovní proces je závislý na vlastnostech podvozku, proto jsou používány hlavně pásové. **Rozdělení dozerů** je podle

- uspořádání radlice - buldozer, anglozer, tiltdozer a variadozer
- ovládání radlice - lanové a hydraulické
- podvozku - kolový a pásový
- výkonu motoru (60 až 100 kW - lehké dozery, těžší zeminy 1. až 4. třídy; 150 až 300 kW - těžké dozery, mohou pracovat až v zemínách 6. třídy, mají rozrývače).



Obr. 25.5. Dozery

**Buldozer** má pevné spojení radlice s bočními rameny, tím i trvalé nastavení do kolmého směru. Výhodou je tuhost celku, takže je schopen odolat největšímu zatížení. Použití je pro těžbu zemin, odklízecí práce, skrývku humusu, odstraňování křovin, pařezů a stromů, srovnávání terénu a postrk skrejprů (musí mít hydrodynamický měnič, aby plynule reagoval na kolísání tlačné síly a rychlosti při postrku).

**Anglozer** má radlici umístěnou na kulovém čepu a lze ji natáčet ve vodorovné rovině (vlevo nebo vpravo) => je snížena tuhost celého ústrojí. Kvůli bočním reakcím při šikmém nastavení radlice jej nelze použít k těžbě zemin, výhodný je pro stranové přesuny (zahrnování rýh, odklizení sněhu, přesun

zeminy ve svahu). Radlice musí být širší, aby přesahovala obrys stroje i při maximálním šikmém nastavení => větší plocha radlice je příčinou menší rypné síly.

**Tiltdozer** může natočit radlici ve svislé rovině kolmé na osu stroje o úhel  $\pm 10^\circ$ , používá se pro hloubení rýh, zahájení záběru svahu (těžba jedním rohem) a dobývání pařezů.

**Variodozer** může nastavit radlici ve více směrech (stroj má širší použití).

## Radlice dozerů

### a) ovládání radlic

- **lanové** – starší koncepce, kdy radlice klesá do záběru vlastní hmotností, proto se může pohybovat nahoru při odhrnování zeminy na nerovném tvrdém terénu, takže dobře srovnává terén, špatná ochrana proti přetížení. U nových strojů se nepoužívá.
- **hydraulické** – výhodou je silové působení na radlici a spolehlivá ochrana před přetížením (přepouštěcí ventily), práce radlice je přesnější a vytváří předpoklady pro automatizované řízení polohy radlice.

### b) tvar radlice

- **rovná** je používána nejčastěji, i když jsou při ní největší propady zeminy. Snížení ztrát zeminy lze dosáhnout hrnutím v rýhách nebo součinností dvou vedle sebe jedoucích dozerů.
- **lomená** snižuje ztráty a zvyšuje objem hrnuté zeminy, je velmi tuhá, proto snese velké zatížení, je však výrobně složitější a nákladnější a je používána pouze u jednoúčelových strojů
- **s bočními štíty** zvyšujícími výkonnost dozeru, svírají-li se směrem pojezdu úhel  $45^\circ$ , v této poloze však musí být výškově odsazeny tak, aby nebyly během těžení v činnosti (malá tuhost), pro sypké a lehké materiály jsou praktické kolmé štíty.

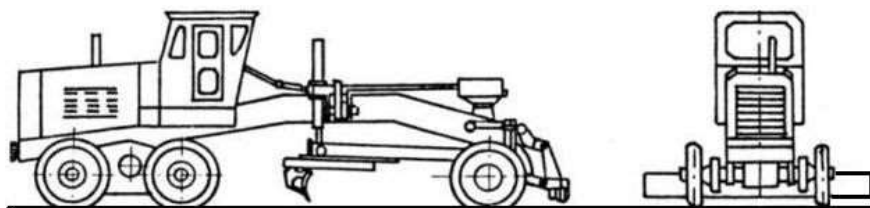
### Podvozky dozerů

- **kolové** – málo rozšířená koncepce, výhodou je rychlost přesunů, avšak kolový podvozek je schopen přenést mnohem menší sílu, než podvozek pásový
- **pásové** – klasické, nejrozšířenější konstrukční uspořádání, hnací kolo je dnes většinou nahoře, takže není namáháno pojezdem po terénu a více vydrží.

**Pracovní proces dozerů** je dán tvarem a funkcí radlice. Největší výkonnosti dosahují při práci v lehčích zeminách a při hrnutí zeminy do 60 m. Na větší vzdálenosti dochází ke ztrátám zeminy podél boků radlice. Odřezávaná zemina (výška odřezávané vrstvy 0,15 až 0,30 cm) se při těžení hromadí před radlicí až do okamžiku jejího zaplnění. Má-li radlice správný tvar, dochází k odvalovacímu pohybu po čelní ploše radlice (pouze u soudržných zemin), u sypkých zemin nastává méně výhodné sunutí.

**Grejdry** jsou pneumatikové stroje opatřené radlicí mezi přední a zadní nápravou, která se může natáčet v horizontální rovině, naklánět, zvedat a vysouvat mimo stroj. Před radlicí bývá rozrývač a před přední nápravou dozerská radlice. Jsou to univerzální stroje, jejichž hlavní předností je přesné podélné i příčné srovnávání povrchu. Jejich pracovní proces zahrnuje dva úkony: oddělování zemní třísky a odsouvání zemní třísky do strany. Nejsou však schopny přesouvat větší množství materiálu ve směru jízdy. **Rozdělení grejdrů** je podle

- způsobu pohybu: přívěsné (starší typy za traktorem), samojízdné (autogrejdry s vlastním motorem)
- rozměrů radlice: lehké (do 3m), střední (do 3,6m), těžké (nad 3,6m)
- způsobu ovládání: mechanické, hydraulické, nyní i s možností elektronického řízení polohy radlice.



Obr. 25.6. Samojízdný grejdr



**Skrejpry** jsou stroje s plošným způsobem těžby a cyklickým způsobem práce. Pracovní proces obsahuje tři činnosti (těžbu, přepravu a rozprostírání zeminy, případně její urovnání). Zemina je přepravována v korbě = beze ztrát a s menší spotřebou energie. Používají se při stavbách komunikací, úpravách rozměrných ploch a skrývkách. Plnění korby probíhá na principu hoblíku.

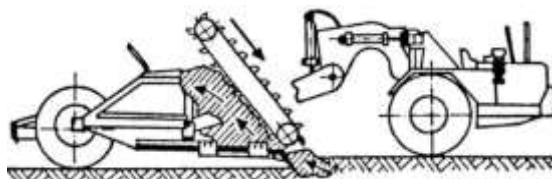
#### Výhody skrejprů

- spojení více operací dohromady = nejsou prostoje
- konstrukčně jednoduché a snadno ovladatelné
- v lehkých a středních zeminách při jejich optimální vlhkosti dosahují optimálních výkonů
- s postrkem mohou pracovat i na tvrdých zeminách
- pracují v žádaných profilech
- součinitel využití času je vyšší než u technologií s jednoúčelovými stroji
- snadná přeprava na jiné pracoviště.

#### Nevýhody skrejprů

- nemohou pracovat v zeminách s velkými kameny a překážkami, za deště a v rozbahněném terénu (při vlhkosti nad 30 % dochází k lepení zeminy na korbu)
- v písčitých zeminách je součinitel naplnění korby nižší.

**Pracovní proces skrejpru** je následující: při pojezdu stroje odebírá nůž, umístěný na přední hraně dna korby vrstvu zeminy, která postupuje dovnitř. Řezný odpor skrejpru je úměrný tloušťce třísky odebírané zeminy. Protože kola zadní nápravy jedou po odříznuté zemině a nůž se tak zahlubuje, odkrojená tříska se zesiluje, a řezný odpor stoupá. Roste i plocha třísky (šířka je konstantní), proto je nutné při pojezdu tloušťku třísky zmenšovat. Tenká tříska však ztrácí svou kompaktnost a není schopná pronikat dovnitř korby. Zvětšuje se objem hrnutý před uzávěrem korby a také narůstá odpor. Odpor zaplňování korby vzrůstá během plnění s výškou zaplnění zeminou. Při vlhkosti zeminy 20–30 % se začíná snižovat adheze a tedy i tažná síla skrejpru, spolu se schopností plnění. Vhodnost nasazení skrejprů ovlivňují i ekonomické přepravní vzdálenosti, které se pohybují od 100 do 1 500 m. Vzhledem k těmto vzdálenostem jsou vhodné kolové podvozky (horší jízdní vlastnosti v terénu), proto se pro skrejpry používají provozní trasy. **Skrejpry s nuceným plněním korby** - skrejprelevátory, používají nejčastěji hřeblový dopravník s vlastním náhonem. Těžení probíhá obvykle až do okamžiku, kdy se zemina setká s hřeblovým elevátorem, který ji aktivně posouvá k zádi korby. Dopravník je poháněn hydraulicky ze samostatného okruhu, a je zavěšen přes systém pružin, aby nebyl poškozen průchodem kamenů. Pomocí dopravníku se snižuje potřeba síly na překonání odporu zaplňování korby. Výhody: snížení potřeby tažné síly o 25 %, rovnoměrné zatížení motoru, lepší zaplnění korby v nesoudržných zeminách, plnění není závislé na tloušťce třísky. Nevýhody: rychlejší opotřebení funkční části dopravníku, větší citlivost na kameny, zalepení dopravníku ve vlhkých zeminách, složitější konstrukce.



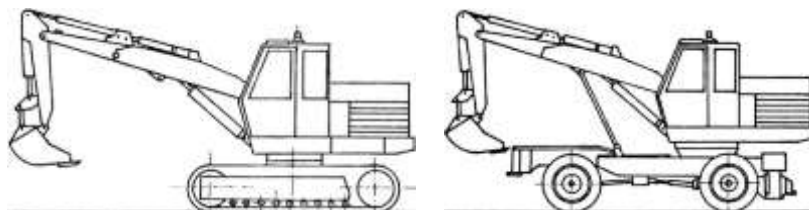
Obr. 25.7. Skrejprelevátor

**Rypadla (bagry)** jsou používána pro rozpojování, nabírání a přesun hornin, rozlišujeme je podle více hledisek

- hledisko časového průběhu (cyklická, kontinuální)
- konstrukce: lopatová, škrabáková, korečková, sací
- pohonu: diesellová, elektrická, dieselelektrická, dieselhydraulická
- podvozku: pásová, kolová, automobilová, traktorová, kráčející
- nástroje lopatových rypadel: výšková lopata, hloubková lopata, vlečná lopata (korečko), drapák.

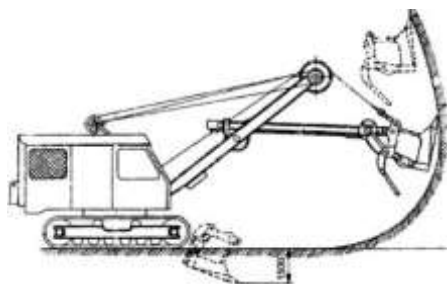
**Rypadla cyklická** jsou nejobvyklejším konstrukčním principem rypadel. Hlavní části cyklického rypadla tvoří: horní otočná část s výložníkem a pracovním nástrojem (úhel otoče 270 až 360 °), motor,

převody a rozvody, ovládání, rám podvozku, vlastní podvozek (pásový, kolový, automobilový, traktorový).

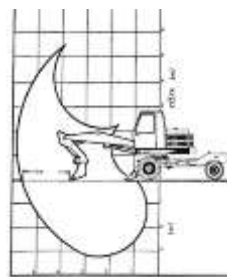


Obr. 25.8. Pásový a kolový rypadlo s hloubkovou lopatou

**Pracovní cyklus rypadla** sestává z pohybu výložníku s nástrojem k místu těžení, těžení zeminy rypáním do naplnění lopaty, zdvih lopaty a její přesun na místo vyložení, vysypání zeminy z lopaty. Pracovními nástroji jsou lopaty, ale i drapáky, beranidla, jeřábové háky a hoblíky. Ovládání výložníků i pracovních nástrojů rypadel je v současnosti hydraulické, dříve lanové. Objem lopaty je u kolových rypadel 0,25-0,75 m<sup>3</sup>, u pásových rypadel až 7 m<sup>3</sup>. Lopaty jsou opatřeny břitem a zpravidla i zuby, kterými je rozpojována zemina při pohybu výložníku. **Rypadlo s výškovou lopatou** (otvor lopaty směřuje nahoru) těží zeminu v prostoru nad rovinou postavení stroje, je vhodné při hloubení svislých stěn a v odkopových zárezích o výšce min. 1,5 m. Pro vyprazdňování zeminy z lopaty bývá lopata opatřena hydraulicky otevíratelným dnem. **Rypadlo s hloubkovou lopatou** (otvor lopaty směřuje dolů) může pracovat pod úrovní postavení stroje. Používá se pro hloubení příkopů, rýh a jam. Oba druhy rypadel mohou vytěženou zeminu nakládat na odvozní prostředek. Výkon motoru rypadel při objemu lopaty 1 m<sup>3</sup> bývá 70–90 kW, při hmotnosti 25-40 tun. Teoretická hodinová výkonnost je 160-200 m<sup>3</sup>, rypná síla 38-60 kN. Dosah výložníku může být až 12 m.



Obr. 25.9. Lanové rypadlo s výškovou lopatou

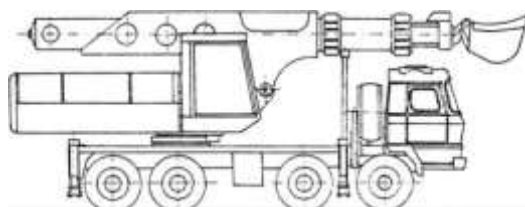


Obr. 25.10. Diagram dosahu lopaty rypadla

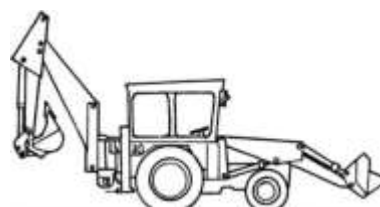
**Těžící schopnost** rypadel je podmíněna dostatečnou rypnou silou, která musí být větší, než je rypný odpor těžené horniny. Z toho plynou energetické nároky rypadla – výkon motoru musí pokrýt nároky současně prováděných operací (rýpání a zdvih, vysouvání nástroje se zeminou, otáčení a pojezd). **Bilance výkonu** poskytovaného motorem rypadla musí splňovat podmínku:

$$P_m > P_z + P_o \quad [\text{kW}]$$

kde:  $P_m$ ...výkon motoru,  $P_z$ ...příkon na rýpání zeminy,  $P_o$ ...příkon potřebný na zdvih, vysouvání nástroje se zeminou, otáčení a pojezd



Obr. 25.11. Univerzální dokončovací stroj s axiálně otočnou lopatou



Obr. 25.12. Traktorové rypadlo s čelní nakládací lopatou

**Základními údaji pro volbu rypadla** do daných podmínek jsou

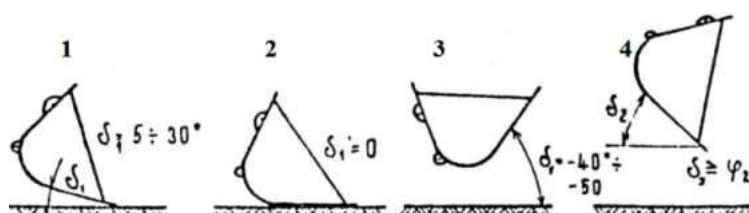
- kalkulovaná kubatura těžených zemin
- zatřídění zemin
- výkonnost a ostatní technickoekonomické parametry rypadla
- náročnost provozu a údržby rypadla

- rozměry a umístění zemních těles
- únosnost terénu
- charakter přístupových cest
- způsob odvozu a ukládání zeminy.

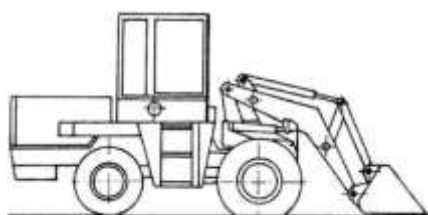
**Nakladače** jsou stroje, jejichž původní účel byl nakládání sypkého a kusového materiálu, ale vzhledem k jejich současným konstrukčním a užitným parametrům je jejich doplňkovým (někdy i převažujícím) účelem těžba hornin a zemin, včetně ukládání a nakládky na odvozní prostředky. Nabírání lopaty je obdobné jako u rypadel, ale do záběru se pohybuje celý stroj. Pro soustavnou těžbu hornin lze použít nakladače s výkonem motoru  $P_m > 100$  kW. **Rypná síla** u nakladačů je kombinací tažné (tlačné) síly podvozku a síly pracovních mechanismů, které napomáhají rozrušovat těženu horninu. S nakladači se setkáváme také na dřevoskladech, kdy jsou vybaveny drapáky, ve stavební činnosti jsou vybaveny lopatami a využívány pro těžbu hornin v zemnicích a pro rozvoz materiálu po staveništi. **Nakladače rozlišujeme** podle

- konstrukce podvozku: kolové, pásové
- uchycení pracovního nástroje: čelní, otočné
- konstrukce rámu podvozku: pevný, kloubový (zlamovací)
- velikosti: malé, velké.

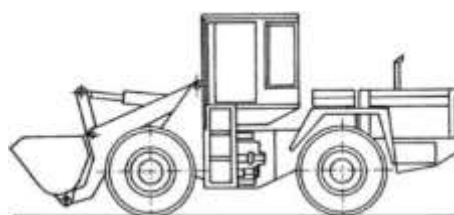
**Konstrukce nakladačů** je rámová, pohon hydromechanický s planetovou převodovkou, hlavní částí pracovního mechanismu tvoří výložník, lopata (příp. drapák). Ovládání pracovního zařízení nakladačů je hydraulické, u soudobých strojů i automatizované. Pracovní režimy jsou zdvih, spouštění, blokování, plovoucí poloha. Základními úkoly pracovního mechanismu je nastavení optimálních poloh lopaty při jednotlivých operacích, příznivé rozložení hmotností, rychlé a úplné vysypání lopaty. **Otočné nakladače** mají výložník upevněný na otočném mechanismu (točně), při práci se lopata plní v poloze souosé se strojem, po naplnění lze výložník otočit cca o  $90^\circ$  a náklad vysypat na odvozní prostředek. To je výhodné při nakládání již vytěžených hornin (úspora přejezdů). Nelze však jimi těžít horniny vyšších tříd. Lze použít i pro hloubení rýh. Objem lopaty bývá  $0,5-1,0$  m<sup>3</sup>, u podkopové lopaty  $0,2-0,3$  m<sup>3</sup>. **Čelní nakladače** mají lopatu upevněnou na svisle pohyblivém výložníku na přídi stroje. Traktorové nakladače mají lopatu nesenou před přední říditelnou nápravou. Střední typy nakladačů mají zadní kola (pod motorem) menšího průměru, nepoháněná a řízená, větší nakladače mají všechna kola stejná a hnaná, řídí se zlamováním polorámů. Vysoká rypná síla umožňuje těžbu středně tvrdých hornin v nízkých vrstvách. Nakládání vozidel je složitější, neboť vyžaduje více přejezdů, aby bylo možno nakladač postavit kolmo k nakládanému vozidlu. Objem lopaty je v rozmezí od  $0,5-2,5$  m<sup>3</sup>, u největších nakladačů až  $5$  m<sup>3</sup>. Podskupinou jsou malé čelní nakladače na pevném podvozku řízené brzděním jedné strany podvozku.



Obr. 25.13. Kinematika pracovního cyklu lopaty



Obr. 25.14. Otočný nakladač

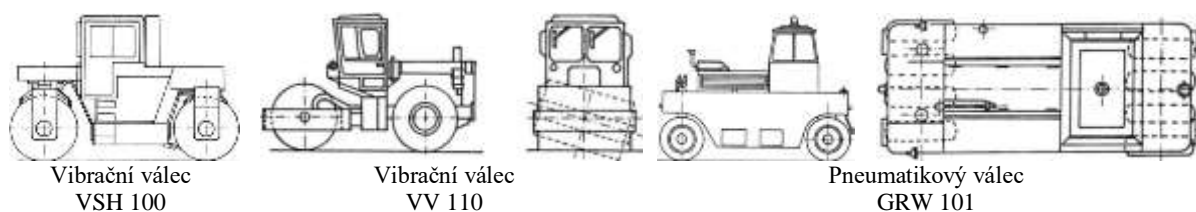


Obr. 25.15. Velký nakladač se zlamovacím podvozkiem

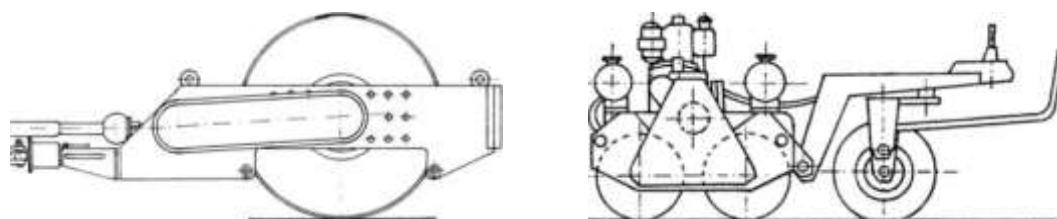
**Hutnicí stroje** snižují objem dutin (pórů) v zemině a jiných materiálech vyplněných vzduchem nebo vodou, v zájmu zlepšení únosnosti, kompaktnosti a urovnání povrchu zemin a jiných materiálů (šterk, beton, asfaltový makadam). Rozlišení hutnicích strojů **podle zdroje hutnění**

- působící statickým tlakem (válce)
- hutní nárazem (pěchy)
- hutní vibracemi
- hutní tlakem a vibracemi (vibrační válce).

**Válce hutní prostým tlakem** hutní zeminu po vrstvách, stupeň zhutnění závisí na tíze (zátěži) a počtu přejezdů. Válce jsou závěsné, s hmotností cca 5 tun (přívěsné traktorové válce) a samojízdné až do 24 tun. **Hladké válce** mají průměr 1,2-1,6 m, tlak na podložku 9-14 MPa, výška vrstev hutněné zeminy je 0,12–0,2 m, pojezdová rychlost 0,5 m.s<sup>-1</sup>, počet přejezdů 8–16. Používají se pro dokončovací práce. **Rýhované válce** zvyšují měrný tlak na podložku systémem výstupků až na 18–40 MPa. Používají se v písčitéch zeminách. **Ježkové válce** jsou opatřeny šachovnicově rozmístěnými trny o výšce až 0,2 m, které zvyšují tlak a promíchávají vrstvy zeminy. Těžké ježkové válce hutní zeminu až do hloubky 0,6 m. Tlak působený koly válce činí 18–24 MPa, přímo pod trny až 40 MPa. **Pneumatikové válce** jsou tvořeny jedno- nebo dvousým vozidlem se zátěží až 100 tun. Pneumatiky na přední a zadní hřídeli jsou uloženy vzájemně posunutě za účelem překryvu stop. Tlak kol na podložku závisí na huštění (do 0,7 MPa). Používají se jak na předhutnění, tak i dohutnění povrchu vozovky.



Obr. 25.16. Různé hutní válce



Obr. 25.17. Hnaný tažený vibrační válec VVTH 4 Obr. 25.18. Vedený samohybný vibrační válec

**Stroje hutní dusáním a otřesy** jsou určeny pro zhutňování menších násypů a obtížně přístupných ploch. Pracují na principu kinetické energie nárazů na zeminu a náleží k nim **dusadla** poháněná jednoválcovým dvoupístovým motorem, hutní zeminu poskakováním po povrchu (výška 0,4 m, horizontálně 0,2 m). **Dusací desky**, což jsou adaptéry k rypadlům s hmotností až 3 tuny, schopné hutnit vrstvu až 0,7 m. **Pěchy** určené pro málo rozsáhlé práce – buď ruční pěchy s hmotností max. 18 kg a hutněnou vrstvou do 5 cm, či pěchy s pneumatickým pohonem, což jsou adaptéry k pneumatickým kladivům, schopné hutnit vrstvu až 30 cm, a elektrická a motorová pěchovadla s až 560 rázy za minutu.

Ke **strojům hutním vibracemi nebo tlakem i vibracemi** patří **vibrační válce**, ručně vedené dvouběhounové vibrační válce, a tandemové vibrační válce s univerzálním použitím, s frekvencí kmitů 2000–4000 min<sup>-1</sup>; **vibrační desky** pro zhutňování betonu (i zemin), ručně vedené, se spalovacím motorem; a **ponorné vibrátory** pro zhutňování betonu, opatřené elektropohonem.

V předchozím textu byly charakterizovány základní stroje pro zemní práce. Mimo nich se při stavebních pracích používají **ostatní stroje pro zemní práce**; **vrtací soupravy** vrtající pohybem pracovních mechanismů při stání stroje rotačním vrtáním s přitlakem, mohou být neseny na kolových a pásových podvozcích, i tvořit adaptéry k rypadlům. Používají se k hloubení otvorů pro různá vedení, jam pro sloupy a základy staveb. Max. vrtaný průměr  $D_{max}$  je u šroubového (kontinuálního) vrtání 1,0 m, u diskového (přerušovaného) vrtání i 2,7 m. **Motorová vrtací kladiva** poháněná vzduchem chlazeným jednoválcovým spalovacím motorem, otáčky vrtáku 250 min<sup>-1</sup>, průměr vrtu max. 40 mm, hloubka vrtu 6 m. **Pneumatická sbíjecí a vrtací kladiva** s pracovním nástrojem zašpičatělým dlátem (oškrtem) nebo vrtací tyčí. Např. sbíjecí kladivo SK 9-1 o hmotnosti 9 kg má spotřebu vzduchu 66

$\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ , frekvenci úderů  $1740 \text{ min}^{-1}$ . Bourací kladiva jsou obdobného principu, ale těžší (25-30 kg). Pneumatická vrtací kladiva (typ VK 15), pro vrtání otvorů pro nálože, průměr vrtu do 35 mm, max. hloubka vrtu 1,5 m, výplach vrtu vzduchem. **Hydraulická kladiva**, sloužící pro rozpojování skal, balvanů apod., jsou tvořena adaptéry nesenými na výložnicích rypadel. Princip činnosti: prostor nad rázovým pístem je přetlakován dusíkem (až 1,5 MPa), tlakem hydraulické kapaliny (až 30 MPa) na spodní plochu pístu je píst vytlačen do horní úvratě, v horní úvratě se uzavře přívod tlakové kapaliny, otevře se odpadový kanál a píst je vržen energií stlačeného plynu dolů. Známá jsou hydraulická kladiva řady IPH, počet úderů  $300\text{--}400 \text{ min}^{-1}$ .

#### 25.4. Výkonnost strojů pro zemní práce

**Výkonnost je určena** množstvím horniny vytěžené a zpracované za jednotku času ( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ), což je jeden z hlavních ukazatelů a rozhodující parametr. Výkonnost zemních strojů ovlivňují fyzikálně-mechanické vlastnosti hornin, zejména kypřitelnost a měrná hustota, protože ovlivňují objem a hmotnost určitého množství horniny. V každé třídě rozpojitelnosti horniny lze pro výpočet výkonnosti rozlišit horniny na 3 druhy: **hornina v rostlém stavu**, **nakypřená hornina**, **zhtuňená hornina**. Množství horniny může být určeno hmotností  $m$  (t) nebo objemem  $V$  ( $\text{m}^3$ ). Výkonnost rozlišujeme teoretickou a provozní.

**Teoretická výkonnost** cyklicky pracujících strojů (dozer, rypadlo)

$$Q = 3600 \cdot V / T \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$$

kde:  $V$  - objem horniny vytěžené a zpracované během 1 teoretického pracovního cyklu ( $\text{m}^3$ ),  $T$  - doba 1 teoretického pracovního cyklu (s),  $3600$  - konstanta pro přepočet na hodinovou výkonnost

**Provozní výkonnost**

$$Q_p = Q \cdot k_1 \cdot k_2 \dots k_n \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$$

kde:  $k_1$  až  $k_n$  ... empiricky zjištěné opravné koeficienty

Výkonnosti konkrétních zemních strojů závisí na jejich vlastnostech a způsobu provedení práce. Důležitým kritériem pro volbu stroje pro zemní práce je rozvozná vzdálenost, která je pro dozery max. 60 m, pro kolové nakladače max. 300 m, pro skrejpry od 300 do 5000 m, a nad tyto vzdálenosti je nutná kombinace s automobilní dopravou.

**Výkonnost dozeru** podmiňuje **objem zpracované hmoty (objem zeminy hrnuté radlicí)**, který lze vypočítat následovně

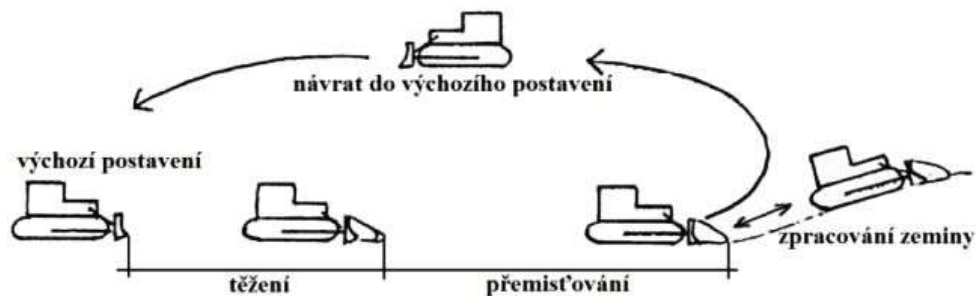
$$V_s = 0,8 \cdot H^2 \cdot B$$

$$V_u = V_s \cdot Z \cdot H \cdot (B - Z) \cdot \text{tg } X$$

kde:  $V_s$  - kapacita přímé nebo angldozerové radlice [ $\text{m}^3$ ],  $V_u$  - kapacita radlice s bočními křídly [ $\text{m}^3$ ],  $B$  - šířka radlice [m],  $H$  - výška radlice [m],  $Z$  - délka křídel měřená paralelně s šířkou radlice [m],  $X$  - úhel křídel [ $^\circ$ ]

#### Doba teoretického pracovního cyklu

Při stanovování doby teoretického pracovního cyklu se pohybují stroje maximální možnou rychlostí. U dozerů pracovní cyklus sestává z těžení zeminy, přemístění horniny hrnutím, nahrnutí zeminy na hromadu nebo její zplanýrování na určené ploše, a návratu do původního postavení.



Obr. 25.19. Schéma teoretického pracovního cyklu dozeru

**Opravné koeficienty**

Výkonnost zemních strojů je ovlivněna prostoji v průběhu pracovní doby, hustotou horniny, druhem převodovky (pokud neumožňuje řazení pod zatížením), pracovním zařízením (pokud není hydraulicky ovládáno), součinitelem adheze (pokud je menší než 0,5 (pásové) nebo 0,4 (kolové dozery)). Tyto opravné koeficienty  $k_n$  jsou tabelizovány.

Parametr	Hodnocení	$k_n$
Klasifikace obsluhy	výtečná	1,00
	průměrná	0,75
	podprůměrná	0,60
Hornina	lehce rozpojitelná 1 až 2. třídy	1,20
	těžce rozpojitelná do 4. třídy	0,75
	přilnavá, lepivá	0,80
	rozrývaná, kámen	0,70
Viditelnost	dobrá	1,00
	mlha, šero, déšť, sněžení	0,83
Časové využití (max. pracovní čas za 1 h = 60 min.)	60 min.	1,00
	50 min.	0,83
	45 min.	0,67

Tab. 25.5. Opravné koeficienty pro výpočet provozní výkonnosti dozerů

Směr těžení Svah (%)	Ze svahu						Proti svahu						
	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30
$k_n$	1,60	1,51	1,43	1,32	1,22	1,15	1,00	0,90	0,79	0,69	0,56	0,40	0,29

Tab. 25.6. Opravné koeficienty sklonu svahu pro výpočet provozní výkonnosti dozerů

## 26. PROVOZNÍ SPOLEHLIVOST LESNICKÝCH STROJŮ

Každý uživatel strojů, ale i dalších výrobků technického charakteru, od nich očekává nejen to, že budou vykonávat určité operace a produkovat např. výrobky ve stanovené kvalitě a množství, ale také, že budou tyto práce min. po určitou dobu vykonávat bez poruch, závad či dokonce havárií, že nebude narůstat např. spotřeba energie a nebudou se zhoršovat ergonomické či bezpečnostní charakteristiky těchto prostředků. K tomu, aby byly tyto očekávané vlastnosti daného prostředku (stroje) předem známy a bylo možno odhadnout, např. po jak dlouhé době provozu v určitých podmínkách lze očekávat vznik poruchy prostředku, je možno využít poznatků disciplíny **provozní spolehlivost strojů**.

V této kapitole jsou uvedeny základní pojmy a charakteristiky jakosti a spolehlivosti strojů. Dále jsou vybrány ty charakteristiky spolehlivosti, které nejlépe odpovídají potřebám sledování lesnických strojů. Třetí částí je obsahuje soupis postupů při sledování strojů v provozu, který umožní popsat poruchové události a průběh opravy pro určení základních charakteristik spolehlivosti v závislosti na provozních a terénních podmínkách provozu a umožní též analyzovat výsledky tak, aby byly výrobci strojů poskytnuty hlavní informace pro dosažení vysoké inherentní spolehlivosti již v průběhu vývoje a poté v technologii výroby těchto strojů, kde se mohou vyskytnout chyby vedoucí k systematickým poruchám. Pro uživatele je tato informace nezbytná ke zjištění možné výkonnosti strojů, respektive jejich pravděpodobných technických prostožů a tím k výpočtu skutečné výrobní kapacity strojů a kalkulaci reálných nákladů na výrobu.

Vyjádření vybraných spolehlivostních charakteristik tedy umožní výrobcům stroje dosáhnout vysoké spolehlivosti jeho výrobků, poskytnout zákazníkovi značné záruky k bezporuchovosti a racionálně plánovat výrobu a distribuci náhradních dílů, popřípadě kapacitu servisu pro ty případy, kdy by další zvyšování spolehlivosti některých prvků nebylo ekonomicky únosné.

Uživateli strojů umožní daný postup získat spolehlivý stroj, u něž jsou poskytovány perfektní servisní služby a zaručí se tak co možná nejvyšší pohotovost strojů, kdy relativní čas potřebný na údržbu a opravy je co možná nejnižší.

Součástí této části naopak nejsou otázky související přímo s péčí o techniku, preventivní činností a technologií oprav. Nelze rovněž očekávat postupy vedoucí k podrobné analýze náhodných poruch spočívajících ve vadách materiálu, náhodných chybách v technologii výroby, atp. Popsaný postup pouze vyjádří, po jaké době provozu u daného prvku došlo k poruše, a to v takových souvislostech, které jak výrobcům, tak i uživatelům dávají představu o podmínkách, za jakých k nim došlo.

### 26.1. Základní pojmy z oblasti jakosti a spolehlivosti

Tato kapitola je zpracována podle publikací uvedených v přehledu použité literatury, zejména LEGÁT aj. (2007) a HAVLÍČEK a kol. (1989). Je věnována jakosti a spolehlivosti strojů obecně a výrobního zařízení zvláště.

Má-li organizace provozující těžební stroje poskytovat služby na požadované úrovni jakosti, musí mít k dispozici jakostní stroje a zařízení. Nebude-li mít podnik stroje plně funkční a způsobilé po celou dobu plnění výrobního úkolu, bude docházet nejenom k výpadkům produkce a ke vzniku vadných výrobků, ale zákazník bude nespokojený, popřípadě mu bude vznikat škoda.

Předmětem této kapitoly je tedy jakost a spolehlivost strojů (výrobků). V současném pojetí se výrobkem rozumí výsledek procesu. Tímto výsledkem může být:

- **hardware** (např. mechanická část motoru),
- **software** (např. počítačový program řízení motoru),
- **služby** (např. údržba, přeprava),
- **zpracované materiály** (např. mazivo, benzin, nafta, plech).

Hardware a zpracované materiály jsou obvykle hmotnými výrobky, zatímco software nebo služby jsou obvykle nehmotnými výrobky. Většina výrobků zahrnuje prvky patřící různým generickým kategoriím výrobků. Zda je výrobek potom nazván hardwarem, zpracovaným materiálem, softwarem nebo službou, závisí na dominantním znaku.



Např. strojírenské výrobky mohou být dále klasifikovány podle několika dalších hledisek, důležitých zejména pro informační systém zabezpečování jejich spolehlivosti (pro identifikaci a lokalizaci poruch a náhradních dílů).

Podle podílu uvažovaného výrobku na celkové funkci se výrobky dělí na **prvky** a **systémy**. Podle konstrukční, výrobní a montážní složitosti lze strojírenské výrobky (stroje, přístroje a jejich části) rozdělit takto:

- **součásti** a jejich **funkční plochy**
- **podskupiny** (strojní podskupiny)
- **skupiny** (strojní skupiny), hlavní skupiny
- jednotlivé **stroje**
- **soustrojí-agregáty**
- **zařízení**.

**Prvek** je samostatně (jako jeden celek) uvažovaná část výrobku; jako prvky mohou být chápány výrobky s nejdůležitější úrovní konstrukční, výrobní a montážní složitosti.

**Systém (soustava)** je souhrn několika vzájemně spjatých prvků, určený k plnění předepsaných funkcí.

**Poznámka:** Podle potřeb zkoumání může být tentýž výrobek chápán buď jako prvek nebo jako soustava. Např. motor je z jednoho hlediska prvkem automobilu, z druhého pak složitou soustavou, tvořenou řadou podskupin, skupin a součástí).

**Součást (strojní součást)** je základní část strojírenského výrobku, zhotovena bez montážní operace. Zpravidla se vyrábí z jednoho druhu materiálu tvářením nebo obráběním a montuje se do montážního celku (jako montážní celky výrobku se označují podskupiny, skupiny a hlavní skupiny). K součástem se počítají i odličky, valivá ložiska, lana, řetězy, spínače, ložiskové pánve s výstelkou aj. Z hlediska plnění požadovaných funkcí lze u součásti rozlišit vždy několik funkčních ploch.

**Funkční plocha** je aktivní část strojní součásti, přicházející do styku buď s funkční plochou jiné součásti nebo se zpracovávaným materiálem. Strojní součást může mít i větší počet funkčních ploch (například dosedací plocha pro ložisko, pro těsnicí kroužek, drážková část hřídele, ozubení). V oboru spolehlivosti strojů má funkční plocha určité výsadní postavení - plní úlohu určitého **elementárního prvku - předmětu zkoumání**; její stav se bezprostředně odráží v četnosti a intervalech vzniku poruch, v úrovni jakosti produkce stroje, jeho výkonu, hospodárnosti provozu apod. Pro funkční plochy se určují buď izolované nebo v rámci různých typů spojení základní technické podmínky pro provoz (přípustné hodnoty vůlí, opotřebení, deformací apod.). Funkčních ploch se také týkají základní opravárenské (popř. renovační) zásahy. Pokud je pro některé výrobky označení "funkční plocha" nevhodné (např. některé součásti z elektrotechniky), není nutno toto označení zavádět; v daném smyslu je však nutno vždy zdůraznit, že jde o elementární prvek.

**Podskupina (strojní podskupina)** je nejjednodušší montážní celek, skládající se nejméně ze dvou součástí, spojených buď rozebíratelně nebo nerozebíratelně. Podskupina se tedy již montuje a po montážní operaci se zpravidla ještě dohotovuje obráběním. Podskupinou je například svazek zhotovený svařením několika součástí v celek, ojnice s nalisovaným pouzdem, předlohový hřídel s naklínovanými ozubenými koly apod. U složitých výrobců se podle potřeby definují postupně podskupiny různých stupňů složitosti (I. stupně, II. stupně atd.).

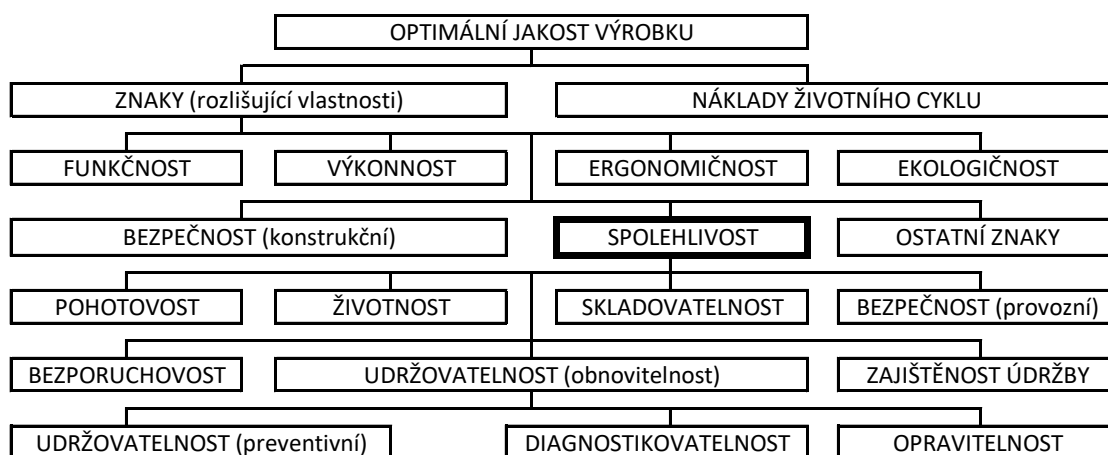
**Skupina (strojní skupina)** je montážní celek vyššího stupně, skládající se ze součástí a podskupin různých stupňů složitosti. Je funkčně samostatnou částí výrobku (samostatným montážním celkem), zpravidla se samostatnou technickou dokumentací. U zvláště složitých výrobců je nutno někdy rozlišovat kromě skupin ještě hlavní skupiny. Skupiny (hlavní skupiny) se spojují převážně rozebíratelně (výjimkou jsou např. ocelové stavební a mostní konstrukce). Jako příklad hlavní skupiny lze uvést automobilový motor, funkčně samostatnou skupinou je palivové, vstříkovací, olejové nebo vodní čerpadlo. Nestačí-li u velmi složitých výrobců jejich členění na skupiny nebo na hlavní skupiny, lze je opět členit dále podle stupňů složitosti (I. stupně, II. stupně, atd.).

**Stroj** je strojírenský výrobek vyrobený za jistým účelem a schopný samostatné činnosti.

**Zařízení (strojní - výrobní zařízení)** je souhrn strojírenských výrobců, umožňujících další výrobní

nebo pracovní činnost. Skládá se ze strojů, přístrojů a příslušenství, tvořených strojními součástmi, podskupinami, skupinami a hlavními skupinami.

## 26.2. Jakost v základních pojmech



Obr. 26.1. Schéma optimální jakosti výrobku podle obecných znaků jakosti a spolehlivosti.

**Jakost** obecně je chápána jako schopnost souboru inherentních znaků (rozlišujících vlastností), systému (souboru vzájemně souvisejících a vzájemně působících prvků) plnit požadavky (potřeby nebo očekávání, které jsou stanoveny, obvykle se předpokládají nebo které jsou závazné) zákazníka (organizace nebo osoby, která přijímá výrobek) a jiných zainteresovaných stran (osob nebo skupin, které mají zájem na výkonnosti nebo úspěchu organizace). Novější definice jakosti je stručnější: **jakost** – stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků.

**Znaky** (rozlišující vlastnosti a veličiny, ukazatele, parametry) představující jakost mohou být klasifikovány jako kardinální (mají kvantitativní charakter, dají se měřit, jako hmotnost, čas, rozměry aj.), ordinální (požadavky na tolerance, jakostní třídy aj.) a nominální (mají kvalitativní charakter např. barva, materiál aj.), nebo se dělí na přímo měřitelné (mezinárodní soustava jednotek SI), nepřímo měřitelné (bezporuchovost střední doba mezi poruchami, udržitelnost střední doba údržby aj.) a neměřitelné (jinak vnímatelné znaky např. barva, estetické působení aj.). Vedle těchto znaků (užitných vlastností) jsou mimořádně důležité i náklady životního cyklu výrobku včetně nákladů na jakost. Náklady životního cyklu výrobku hrají velmi důležitou roli zejména v oblasti péče o stroje. Samozřejmou snahou je minimalizace těchto nákladů. Soubor obecných znaků jakosti výrobku je následující:

**Optimální jakost** je v tomto pojetí chápána tak, že specifikované požadavky na jakost a jejich přenesení a realizace do výrobku umožňuje pro danou třídu (kategorii nebo pořadí dané různým požadavkům na jakost pro výrobky, procesy nebo systémy, které mají stejné funkční použití) jakosti dosáhnout minimální náklady životního cyklu. Z tohoto pohledu jsou náklady životního cyklu výrobku specifickým znakem jakosti a současně kritériem optimalizace jeho zbývajících znaků jakosti. Je tedy nutno optimální jakost chápat nejen v technickém, ale i ekonomickém smyslu. Viz schéma na obr. 1.

**Funkčnost** - znak výrobku vyjádřený jeho schopností plnit funkci (poslání, službu, požadavek), pro kterou byl navržen, vyvinut a vyroben, při splnění předpokládaných podmínek provozu a dalších okolností.

**Bezpečnost** (inherentní, vyprojektovaná) - vlastnost výrobku vyjádřena jeho schopností plnit požadované funkce při dodržení požadované úrovně ochrany uživatele před úrazem nebo jiným negativním vlivem na zdraví či ohrožení lidského života vůbec včetně; jde o soubor konstrukčních prvků a opatření ve výrobku, která minimalizují riziko poškození nebo ohrožení člověka včetně jeho pracovního (životního) prostředí.

**Výkonnost** - rozsah činnosti za časovou jednotku, např. počet kusů za hodinu, hmotnost či objem zpracovaného anebo dopraveného dříví za směnu, počet ujetých km za hodinu apod.

**Spolehlivost** - obecná vlastnost výrobku, spočívající ve schopnosti plnit požadované funkce při

zachování hodnot stanovených provozních parametrů v daných mezích a v čase podle stanovených technických podmínek; jde vlastně o vyjádření míry schopnosti výrobku udržet inherentní znaky jakosti v průběhu užitečného života výrobku; v užším slova smyslu spolehlivost představuje souhrnný termín používaný pro popis pohotovosti a činitelů, které ji ovlivňují: **bezporuchovost, udržovatelnost a zajištěnost údržby**. Podrobněji dále.

**Ergonomičnost** - obecně vlastnost vyjadřující úroveň vztahu mezi výrobkem a člověkem spočívající ve schopnosti plnit funkci bez mimořádných nároků na fyzickou a duševní námahu obsluhovatele (např. jednoduchost a nenáročnost obsluhy, přiměřená síla na ovladačích, přizpůsobení ovladačů a sedačky anatomii lidského těla apod.). Někdy se též vyjadřují jako samostatné např. hygieničnost, ovladatelnost, atp.

**Ekologičnost** - schopnost výrobku plnit požadovanou funkci s minimálními (požadovanými, předepsanými) environmentálními dopady. Zejména jde o působení na stromy a půdu.

**Estetičnost** - vlastnost výrobku vyjádřená jeho schopností uspokojovat estetické potřeby člověka; patří sem vzhledové vlastnosti výrobku samého, řešení obalu, soulad výtvarné stránky s funkcí apod.

### 26.3. Základní charakteristiky provozní spolehlivosti

**Pohotovost** - schopnost výrobku být ve stavu schopném plnit požadovanou funkci v daných podmínkách, v daném časovém okamžiku nebo v daném časovém intervalu, za předpokladu, že jsou zajištěny požadované vnější prostředky; tato schopnost závisí na kombinaci hledisek bezporuchovosti, udržovatelnosti a zajištěnosti údržby.

**Životnost** - schopnost výrobku plnit požadovanou funkci v daných podmínkách používání a údržby do dosažení mezního stavu; mezní stav výrobku lze charakterizovat ukončením užitečného života, nevhodnosti z důvodů ekonomických nebo technologických nebo jinými závažnými faktory.

**Skladovatelnost** - vlastnost výrobku vyjádřená jeho schopností zachovávat nepřetržitě bezvadný stav po dobu skladování a přepravy při dodržení předepsaných podmínek.

**Bezpečnost** (provozní) - vlastnost výrobku spočívající v míře rizika ztráty schopnosti plnit požadovanou funkci spojenou se vznikem kritické poruchy (poruchy, která ohrožuje zdraví nebo život člověka, životní prostředí nebo má za následek velké hmotné ztráty).

**Bezporuchovost** - schopnost výrobku plnit požadovanou funkci v daných podmínkách a v daném časovém intervalu; obecně se předpokládá, že na začátku časového intervalu je výrobek ve stavu schopném plnit požadovanou funkci.

**Udržovatelnost (obnovitelnost)** - schopnost výrobku v daných podmínkách používání setrvat ve stavu nebo vrátit se do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci, jestliže se údržba provádí v daných podmínkách a používají se stanovené postupy a prostředky; jinými slovy, jde o souhrnnou vlastnost výrobku spočívající v jeho způsobilosti k předcházení a zjišťování příčin vzniku jeho poruch a k odstraňování jejich následků (poruchových stavů) udržováním, opravami nebo výměnami.

**Zajištěnost údržby** - schopnost organizace poskytující údržbářské služby zajišťovat podle požadavků v daných podmínkách prostředky potřebné pro údržbu podle daného programu údržby; hlavními činiteli zajištěnosti údržby jsou pracovníci, technické informace, nářadí a přístroje, náhradní díly a materiál a údržbářské objekty.

**Udržovatelnost (preventivní)** - vlastnost výrobku spočívající ve způsobilosti k předcházení poruch předepsanou údržbou, tj. preventivní činností jako je čištění, mazání, seřizování a další preventivní operace a úkony; jinak řečeno jde o vlastnost, jejíž úroveň má vliv na náročnost udržování výrobků (jeho pracnost, průběžnou dobu, materiálovou a nákladovou náročnost apod.).

**Diagnostikovatelnost** - vlastnost výrobku vyjadřující způsobilost k použití diagnostických prostředků; jde tedy o vlastnost výrobku, jejíž úroveň má vliv na náročnost zjišťování údajů o technickém stavu výrobků a vyvozování potřebných závěrů.

**Opravitelnost** - vlastnost výrobku spočívající ve způsobilosti zjišťování poruch a odstraňování následujících poruchových stavů opravou; jde o vlastnost, jejíž úroveň má vliv na náročnost

vykonávání oprav (jejich pracnost, průběžnou dobu, materiálovou a nákladovou náročnost apod.).

#### 26.4. Vybrané nástroje sledování jakosti a provozní spolehlivosti

**Kvantitativní ukazatel (parametr) znaku jakosti výrobku** je měřitelná veličina, která kvantitativně charakterizuje (popisuje) technické, ekonomické nebo provozní vlastnosti výrobku. Parametry lze rozdělit do dvou skupin

- **statický parametr** má charakter při provozu stroje v čase neměnné (inherentní - výrobcem stanovené) veličiny (např. šířka záběru stroje, souřadnice těžiště, hmotnost a z ni vyplývající tlaky na podložku apod.); statický parametr je charakterizován jediným údajem o úrovni
- **variabilní (dynamický) parametr** je veličina proměnlivá, která je funkcí doby provozu (v jejích obou formách) nebo času; kromě výjimek (např. období záběhu) probíhají změny variabilního parametru ve směru jeho zhoršování, je charakterizován počáteční úrovní, průběhem rychlosti změn při provozu a konečnou úrovní (stavem v okamžiku obnovy, tj. výměny, údržby nebo opravy).

Významným problémem v oblasti jakosti a spolehlivosti strojů je vyjádření délky a intenzity provozního namáhání stroje. Normovaným termínem je **doba provozu** stroje, definovaná jako časový interval, během něhož je objekt v provozu, tj. **doba, potřebná pro vykonání určité práce**. Definice má z hlediska strojírenských výrobků zásadní nedostatek v tom smyslu, že nezahrnuje intenzitu provozního namáhání stroje, takže je používána i druhá varianta definice - doba provozu může být u strojů s proměnlivým provozním režimem vyjádřena rozsahem (objemem) vykonané práce. Tento rozsah práce nemusí být vždy vyjadřován v přísném fyzikálním smyslu slova (joule), ale i volněji rozsahem vykonané požadované činnosti (kilometry ujeté dráhy u osobního automobilu, litry spotřebovaného paliva nebo počet otáček klikového hřídele u traktoru, počet jednicových výrobků, počet výrobních cyklů, počet tunokilometrů u nákladního automobilu, apod.). Znaky jakosti resp. jejich kvantitativní úroveň se velmi často při hodnocení vyjadřují jako funkce vhodné zvolených jednotek doby provozu; doba provozu je velmi častou sledovanou veličinou i pro jiné účely (např. pro stanovení odměny za práci).

**Technický život** je doba provozu (objem vykonané práce) výrobku **do definovaného mezního stavu**. Technický život je kvantitativním ukazatelem životnosti jedné z nejdůležitějších spolehlivostních vlastností; ve smyslu výše uvedené definice doby provozu je technický život vyjádřen např. diskretním údajem o počtu ujetých km u osobního automobilu, počtem tunokilometrů u nákladního automobilu, počtem kWh u poháněcího elektromotoru, počtem přemístěných m<sup>3</sup> zeminy u zemního stroje, počtem jednicových výrobků u obráběcího automatu apod. Technický život je sám i kvantitativním ukazatelem jakosti, je východiskem definic celé řady dalších ukazatelů, dosažených u stroje po vyčerpání technického života (pořizovací náklady, vztažené na jednotku doby provozu za technický život, náklady na provoz, připadající na jednotku doby provozu za technický život apod.).

Jednotlivé znaky jakosti lze rozdělit na **základní a doplňující**, přičemž zařazení do té či oné skupiny se může měnit podle druhu výrobku a jeho poslání ve sféře užití. Ke změnám v názorech na význam určité vlastnosti může i u téhož výrobku docházet s měnícími se ekonomickými a společenskými podmínkami a s postupujícím technickým pokrokem. Před několika desítkami let např. základní (hlavní) znaky jakosti byly tvořeny vyhovující **způsobilosti a vzhledem**; další etapou bylo (zvláště u složitějších zařízení) hodnocení spolehlivého chodu a jeho **ergonomických vlastností**. V posledních letech začali uživatelé (spotřebitelé) a společnost formulovat a uplatňovat, většinou pomocí legislativy, další požadavky: na **bezpečnost** výrobků, **ekologickou nezávadnost**, **materiálovou a energetickou náročnost**, **produktivitu práce**, a na jiné vlastnosti, často převyšující tradiční znaky jakosti.

Při izolovaném pohledu na výše uvedené znaky jakosti, které ve svém souhrnu představují **technickou stránku jakosti**, lze říci, že zvyšování úrovně dílčích znaků zvyšuje i jakost výrobku jako celku, což je ve své podstatě jev pozitivní a žádoucí. Z čistě technického hlediska by pak proces zlepšování úrovně dílčích znaků jakosti měl pokračovat až na samé hranice úrovně poznání v daném směru. Zavede-li se však do těchto úvah **ekonomické hledisko** vyjádřené požadavky zákazníka, dospívá se k názoru, že zlepšování technické stránky jakosti má své hranice vždy k určité době, že překračování

určité **optimální úroveň** této stránky může být **neúčelné** (např. vyvolává-li další zlepšení znaku jakosti nad požadovanou úroveň neúměrné zvýšení výrobních nákladů apod.). Na této myšlence je založena koncepce již zmíněné **optimální jakosti**, v níž se zkoumá úroveň technické stránky jakosti ve vztahu k výrobním a provozním nákladům výrobku, které jsou pro zákazníka ještě přijatelné.

Jakost strojírenského výrobku se vytváří a také průběžně hodnotí v celém předvýrobním, výrobním i provozním období jeho existence:

- při vytváření idejí, představ a koncepce budoucího stroje
- při prvních návrzích konstruktéra
- při návrhu technologických procesů jeho výroby (tj. technologické přípravy výroby)
- při výrobě funkčního modelu a prototypu budoucího stroje
- při zkoušení funkčního modelu a prototypu ve zkušebnách výrobce
- při výrobě nulté série a jejím prověřování ve zkušebnách zastupujících zákazníka
- při sériové výrobě strojů
- při vlastním provozu strojů, jeho sledování a hodnocení
- při vyřazování stroje (výrobku) z provozu.

**Zájem na výsledcích zkoušek a hodnocení jakosti** strojírenských výrobků mají mít obecně obě strany - výrobce stroje i jeho **uživatel** v provozu. Společně s dalšími znaky jakosti se ve zmíněných etapách utváří i **spolehlivost** výrobku, která jako jedna z významných vlastností musí být rozvíjena, hodnocena i zkoušena podle obdobných zásad a pravidel (budou uvedeny ve čtvrté části studie), jež mají obecnou platnost pro všechny znaky jakosti.

V obecné rovině je **základní metodou hodnocení úrovně jakosti** výrobků **porovnávání** naměřených hodnot nebo jinak zjištěných skutečných úrovní jednotlivých znaků jakosti S požadavky (požadavky zákazníků, etalony, normami, předpisy, vládními nařízeními, zákony apod.) a/nebo také s dosaženými výsledky předních konkurentů např. s využitím metod **benchmarkingu**.

**Hodnocení jakosti** lze chápat ve dvojím smyslu - buď jako finální krok komplexního procesu **zkoušení jakosti** výrobků, nebo jako navazující samostatnou etapu, kdy poskytnuté údaje příslušné zkušebny vyhodnocuje zákazník či uživatel sám; v každém případě po etapě stanovení (změření) údajů musí etapa jejich vyhodnocení následovat, bez ohledu na to, kdo ji realizuje.

## 26.5. Výpočet ukazatelů spolehlivosti

Kvantitativní hodnocení spolehlivosti, přesněji jejích dílčích vlastností, a to bezporuchovosti (životnosti), udržovatelnosti, zajištěnosti údržby a pohotovosti pomocí ukazatelů je založeno na studiu a popisu příslušných náhodných veličin. Při výpočtech se tedy vychází ze základních poznatků teorie pravděpodobnosti.

S každým náhodným jevem je spojeno pravidlo, které v závislosti na výsledku náhodného jevu při jeho opakování určuje, který z náhodných jevů se na daném pokusu realizoval. Náhodné jevy se zpravidla zobrazují pomocí reálných čísel – pak se hovoří o náhodné veličině a jejich hodnotách. Nastal-li náhodný jev na daném pokusu, používá se vyjádření, že náhodná veličina nabyla určité hodnoty. Náhodná veličina obecně bude dále značena  $X$ , její hodnoty (tj. hodnoty, které zobrazují náhodné jevy) pak symbolem  $x$ .

**Náhodné veličiny** lze obecně dělit na:

- **spojité**, které mohou nabývat hodnot všech reálných čísel nebo všech reálných čísel uvnitř intervalu (tj. mohou nabývat všech hodnot z nekonečného nebo konečného intervalu)
- **diskrétní** (nespojité), které mohou nabývat spočítatelného počtu-hodnot bez ohledu na to, je-li tento počet konečný nebo nekonečný.

Pravidlo, které pro definiční obor, tj. množinu všech hodnot, kterých může náhodná veličina nabývat, přiřazuje každé hodnotě nebo každému intervalu hodnot pravděpodobnost, že náhodná veličina nabude této hodnoty nebo hodnot z tohoto intervalu, vyjadřuje rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny.

**Náhodná veličina** je z pravděpodobnostního hlediska **úplně popsána**, je-li znám:

- její **definiční obor  $D$** , tj. množina všech hodnot, jichž může nabývat a

- **rozdělení pravděpodobnosti** jejích hodnot na tomto definičním oboru.

Úplný popis rozdělení pravděpodobnosti hodnot  $x$  náhodné veličiny  $X$  na jejím definičním oboru  $D$  se v teorii pravděpodobnosti provádí nejčastěji distribuční funkcí  $F(x)$

$$F(x) = P(X < x) \text{ pro } \forall x \in D \quad (26.1)$$

**nebo** hustotou pravděpodobnosti  $f(x)$ , definovanou jako derivace distribuční funkce (pokud existuje):

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx} \text{ pro } \forall x \in D \quad (26.2)$$

Lze-li rozdělení pravděpodobnosti na celém oboru náhodné veličiny vyjádřit analytickým vztahem, používá se pro něj označení **zákon rozdělení pravděpodobnosti, stručně zákon rozdělení**.

Popis rozdělení pravděpodobnosti např. pomocí distribuční funkce  $F(x)$  nebo hustoty pravděpodobnosti  $f(x)$  poskytuje tedy úplnou, vyčerpávající informaci o chování náhodné **veličiny**. Mnohdy však bývá výhodné soustředit informaci o rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny do několika číselných údajů, nazývaných **číselné charakteristiky náhodné veličiny**. Ty **jsou** jednodušší a pro některé účely přehlednější a dostatečně výstižně popisující základní vlastnosti rozdělení pravděpodobnosti. Je však třeba si uvědomit, že pouze jejich používáním se část informace ztrácí. K nejvýznamnějším číselným charakteristikám náhodné veličiny patří:

**Střední hodnota náhodné veličiny**, často označovaná obecně symbolem  $E[X]$ , se vypočítá ze vztahu:

$$E[X] = \int_0^{\infty} x f(x) dx \quad (26.3)$$

Rozptyl, označovaný symbolem  $D[X]$  nebo  $\sigma^2$  ( $\sigma$  je směrodatná odchylka), se vypočítá **ze** vztahu:

$$D[X] = \sigma^2 = \int_0^{\infty} (x - E[x])^2 f(x) dx \quad (26.4)$$

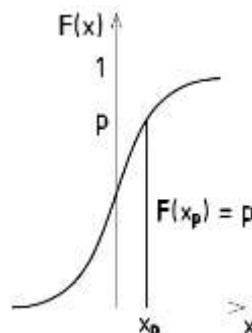
Často se používá tzv. **normovaná (směrodatná proměnná) náhodná veličina  $U$**  zejména při uplatňování normálního rozdělení):

$$U = \frac{x - E[x]}{\sigma} \quad (26.5)$$

**Kvantilové charakteristiky** jsou definovány hodnotami náhodné veličiny, které vyhovují stanovené podmínce. Nejčastěji je používán tzv. **p-quantil** náhodné veličiny  $X$ , což je hodnota  $x_p$ , pro niž platí (Obr. 26.2.)

$$F(x_p) = P(X < x_p) = p \quad (26.6)$$

Pokud se hodnoty distribuční funkce  $F(x)$  vyjadřují v procentech, používá se pro takto vyjádřený kvantil označení 100p-procentní kvantil. Nejznámější je padesátiprocentní kvantil  $x_{0,5}$  nazývaný medián.



Obr. 26.2. Schematické znázornění p-quantilu  $x_p$  náhodné veličiny s distribuční funkcí  $F(x)$  (JURČA, 2004)

Na obr. 26.3. je uveden přehled dob, které je v souvislosti s provozem a údržbou stroje možné sledovat a měřit. Tyto doby mají náhodný charakter a lze na ně aplikovat výše uvedené zásady výpočtu základních ukazatelů.

Doba použitelného stavu $t_u$ ; MUT					Doba nepoužitelného stavu MDT; MADT		
Doba využitého (obsazeného) stavu $t_{vs}$	Doba nevyužitého stavu; nevyužitá doba $t_{nvs}$	Doba pohotovostního stavu $t_{pst}$	Doba nepožadované funkce $t_{nf}$	Doba provozuneschopného stavu z vnějších příčin $t_{pnsvep}$	Doba nepoužitelného stavu z vnitřních příčin $t_{pnsvip}$		
					Doba provozuschopného stavu $t_{prs}$ Doba do obnovy MTTR		Doba preventivní údržby $t_{pu}$
					Doba nezjištěného poruchového stavu MUFT	Doba administrativních o zpoždění MAD	
Doba provozu MTTF MTBF					Doba údržby $t_u$		
Doba provozuschopného stavu $t_{pss}$				Doba provozuneschopného stavu $t_{pns}$			

**Detailní rozklad doby údržby:**

Doba údržby $t_u$					
Doba preventivní údržby $t_{pu}$		Doba údržby po poruše $x_i$ ; MCMT			
Doba logistického zpoždění MLD	Doba aktivní údržby MAMT				Doba logistického zpoždění MLD
	Doba aktivní preventivní údržby $t_{apu}$	Doba aktivní údržby po poruše MACMT			
		Doba technického zpoždění MTD	Doba lokalizace porouchané části $t_{lprc}$	Doba aktivní opravy $t_{aopr}$	
					Doba opravy MRT

**Obr. 26.3. Struktura časových údajů pro kvantitativní analýzu spolehlivosti objektů** podle ČSN IEC 50(191) – symboly psané velkými písmeny vyjadřují mediány uvedených veličin – upraveno

**26.6. Základní modely spolehlivosti**

Aby bylo možné užívat správné matematické výrazy pro ukazatele definované v IEC 60050-191, je třeba rozlišovat mezi **opravovanými objekty** a **neopravovanými objekty**. Podle normy ČSN EN 61703 jsou samostatně uvažovány následující třídy objektů (JURČA a HLADÍK 2006):

- neopravované objekty, viz obr. 26.5.
- opravované objekty s nulovou dobou do obnovy (nejsou předmětem zkoumání)
- opravované objekty s nenulovou dobou do obnovy, viz obr. 26.9.

Pro zjednodušení matematických vzorců se používají ke kvantifikaci ukazatelů spolehlivosti následující matematické modely:

- náhodná veličina** (doba do poruchy) pro neopravované objekty,
- prostý (řádný) střídavý proces** obnovy pro opravované objekty s nenulovou dobou do obnovy.

Nejjednodušší matematický model pro bezporuchovost **neopravovaných objektů** je **náhodná veličina** — **doba do poruchy** objektu. Jeden z široce používaných ukazatelů **bezporuchovosti** neopravovaných objektů je **okamžitá intenzita poruch  $\lambda(t)$** . Tento ukazatel je odvozen z distribuční funkce doby do poruchy. Výraz  $\lambda(t)\Delta t$  je **podmíněná pravděpodobnost poruchy** objektu během časového intervalu  $(t, t + \Delta t)$  za předpokladu, že **během** intervalu  $(0, t)$  objekt neměl poruchu.

U opravovaných objektů je základní model **prostý proces obnovy**, když může být doba do obnovy objektu zanedbána, nebo **prostý střídavý proces obnovy**, když je doba do obnovy objektu nenulová. V druhém případě je objekt střídavě v použitelném a nepoužitelném stavu a **iroce** používaný ukazatel bezporuchovosti objektu je **parametr proudu poruch**, který je **roven hustotě obnovy**.

**Parametr proudu poruch  $z(t)$**  je ukazatel odvozený z očekávané hodnoty kumulativního počtu



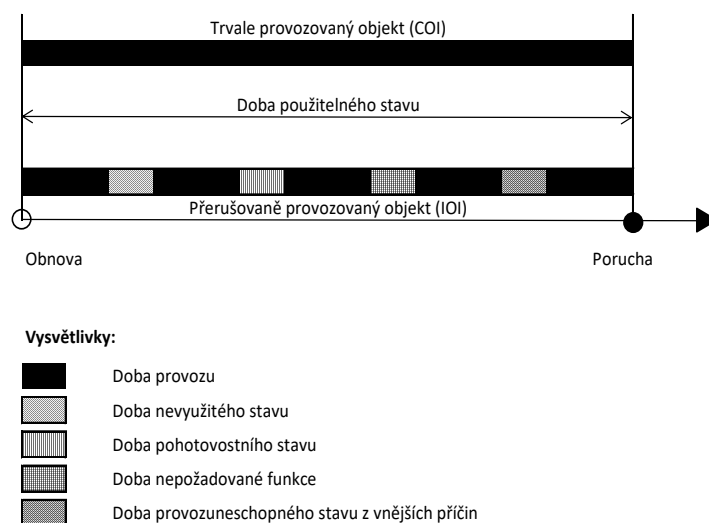
poruch  $E[N(t)]$  opravovaného objektu vyskytujících se během časového **intervalu**  $(0, t)$ . Výraz  $z(1)\Delta t$  je pravděpodobnost poruchy objektu během časového intervalu  $(t, t + \Delta t)$ .

### Předpoklady týkající se neopravovaných objektů:

V jakémkoliv časovém okamžiku může být neopravovaný objekt buď v použitelném stavu, nebo v nepoužitelném stavu (viz obr. 26.5.). Není-li stanoveno jinak, potom když je objekt v použitelném stavu, považuje se za **trvale provozovaný objekt** (COI).

**Poznámka:** Pro **přerušované provozované objekty** (IOI) nemusí dané matematické výrazy platit (viz obr. 26.4.).

V čase  $t = 0$  je objekt v provozu a je tak dobrý, jako nový. Latentní (skryté) poruchové stavy se neuvažují. Preventivní údržba nebo jiné plánované zásahy, které způsobí, že objekt není způsobilý provádět požadovanou funkci, se neuvažují. Doba do poruchy je kladná a spojitá náhodná veličina s konečnou střední hodnotou.



**Obr. 26.4. Srovnání doby použitelného stavu objektů COI a IOI**  
JURČA a HLADÍK 2006

### Předpoklady týkající se opravovaných objektů:

V případě objektů COI je použitelný stav ekvivalentní provozu a jakákoliv doba použitelného stavu je rovna době provozu. Pro objekty IOI (viz obrázek 26.4.) musejí výrazy pro ukazatele bezporuchovosti opravovaných trvale provozovaných objektů platit.

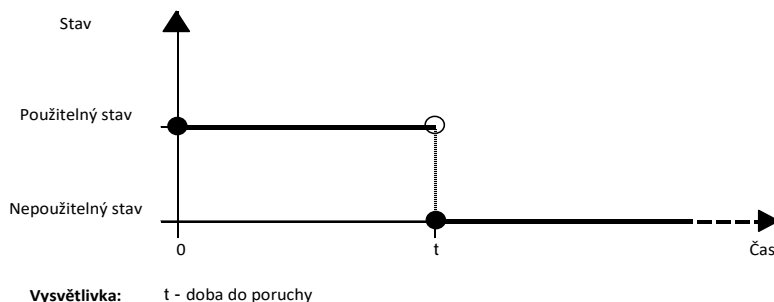
#### Poznámky:

1. Modely, při nichž se předpokládá nulová doba do obnovy, se používají buď když je při hodnocení výkonnosti objektu zajímavá pouze doba použitelného stavu objektu, nebo když je doba do obnovy tak krátká, že je zanedbatelná.
  2. Všechny matematické výrazy pro ukazatele bezporuchovosti týkající se doby do poruchy neopravovaných objektů se mohou používat pro každou dobu do poruchy opravovaných trvale provozovaných objektů.
- V jakémkoliv časovém okamžiku může být opravovaný objekt buď v použitelném stavu, nebo v nepoužitelném stavu (viz obr. 26.5.).
  - V čase  $t = 0$  je objekt v použitelném stavu a je tak dobrý, jako nový. Latentní poruchové stavy se neuvažují.
  - Není-li stanoveno něco jiného, potom když je objekt v použitelném stavu, považuje se za trvale provozovaný objekt.
  - Za sebou následující doby použitelného stavu objektu jsou statisticky nezávislé, stejně rozdělené, kladné a spojitě náhodné veličiny s konečnými středními hodnotami.

- Za sebou následující doby nepoužitelného stavu objektu jsou statisticky nezávislé, stejně rozdělené a nezáporné náhodné veličiny s konečnými středními hodnotami. V případě nenulové doby trvání nepoužitelného stavu jsou tyto náhodné veličiny spojité se společnou hustotou pravděpodobnosti.
- Doby použitelného stavu jsou statisticky nezávislé na dobách nepoužitelného stavu.
- Preventivní údržba nebo jiné plánované zásahy, které způsobí, že objekt není způsobilý provádět požadovanou funkci, se neuvažují.

Jinými slovy:

- jakýkoliv přechod z použitelného stavu do nepoužitelného stavu je porucha;
- jakýkoliv přechod z nepoužitelného stavu do použitelného stavu je obnova;
- jakýkoliv nepoužitelný stav je poruchový stav a v důsledku toho je doba nepoužitelného stavu doba do obnovy;
- po každé obnově je objekt tak dobrý, jako nový.



Obr. 26.5. Schéma stavů a dob neopravovaného objektu (dvoustavový model)  
JURČA a HLADÍK 2006

## 26.7. Výpočty ukazatelů bezporuchovosti (životnosti) neopravovaných objektů

Každý ukazatel bezporuchovosti trvale provozovaných a neopravovaných objektů je v další části uváděn zpravidla ve formě:

- generického výrazu
- nejobecnějšího výrazu (pro doby do poruchy objektu s exponenciálním rozdělením)
- jednoduchého příkladu použití.

### Pravděpodobnost bezporuchového provozu $R(t_1, t_2)$ , $(0 \leq t_1 < t_2)$

U neopravovaných objektů je pravděpodobnost bezporuchového provozu  $R(t_1, t_2)$  pro daný časový interval  $(t_1, t_2)$ ,  $0 \leq t_1 < t_2$  rovna pravděpodobnosti bezporuchového provozu  $R(0, t_2)$  pro časový interval  $(0, t_2)$ , a tudíž se často nepoužívá. Užitečnější je funkce bezporuchovosti  $R(t) = R(0, t)$  a podmíněná pravděpodobnost bezporuchového provozu  $R(t, t+x | t)$ .

$$R(t) = \exp\left(-\int_0^t \lambda(x) dx\right) = \int_t^{\infty} f(x) dx \quad (26.7)$$

kde:  $\lambda(x)$  je okamžitá intenzita poruch objektu;

$f(x)$  je hustota pravděpodobnosti doby do poruchy objektu, tj.  $f(x)\Delta x$  je přibližně pravděpodobnost, že během intervalu  $(x, x + \Delta x)$  dojde k poruše objektu.

**Poznámka:** Jsou-li k dispozici data o pozorovaných poruchách  $n$  neopravovaných objektů, je odhadovaná hodnota  $R(t)$  dána vzorcem:

$$\hat{R}(t) = \frac{n_s(t)}{n} \quad (26.8)$$

kde:  $n_s(t)$  je počet objektů, které jsou v časovém okamžiku  $t$  ještě v provozu ( $n_s(0) = n$ ).

Pravděpodobnost, že objekt bude mít během časového intervalu  $(t_1, t_2)$ ,  $0 < t_1 < t_2$  poruchu, je dána vzorcem:

$$R(t_1) - R(t_2) = \int_{t_2}^{t_1} f(t) dt \quad (2.9)$$

Podmíněná pravděpodobnost  $R(t, t+x | t)$  je definována jako podmíněná pravděpodobnost, že objekt může provádět požadovanou funkci v daném časovém intervalu  $(t, t+x)$ , za předpokladu, že je objekt na začátku tohoto časového intervalu v provozu

$$R(t, t+x | t) = \exp\left(-\int_t^{t+x} \lambda(t) dt\right) = \frac{R(t+x)}{R(t)} \quad (26.10)$$

Když  $\lambda(t)=\lambda = \text{konstanta}$ , tj. doba (provozu) do poruchy má exponenciální rozdělení, potom

$$R(t) = \exp(-\lambda t) \quad (26.11)$$

$$R(t, t+x | t) = \exp(-\lambda x). \quad (26.12)$$

### Pravděpodobnost poruchy $F(t)$

Je doplněk pravděpodobnosti bezporuchového provozu do jedničky a tudíž platí

$$F(t) = 1 - R(t) = \int_0^t f(x) dx \quad (26.13)$$

kde:  $f(x)$  je funkce rozdělení hustoty pravděpodobnosti poruchy

### Okamžitá intenzita poruch $\lambda(t)$

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta t} \frac{R(t) - R(t+\Delta t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (26.14)$$

Veličina  $\lambda(t)\Delta t$  je přibližně podmíněná pravděpodobnost, že porucha objektu nastane během intervalu  $(t, t + \Delta t)$ , za předpokladu, že objekt přežil do času  $t$ .

**Poznámka:** Jsou-li k dispozici data o pozorovaných poruchách pro  $n$  neopravených objektů, je odhad  $\lambda(t)$  v čase  $t$  dán vzorcem:

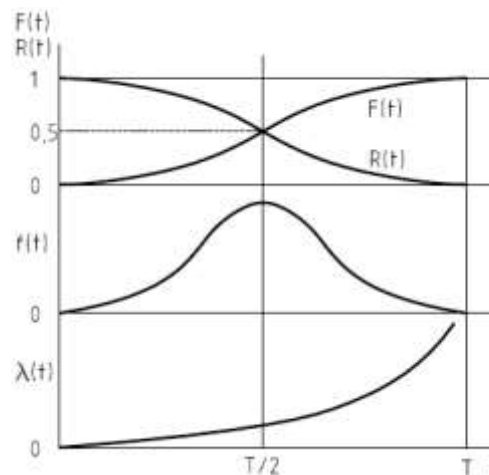
$$\hat{\lambda}(t) = \frac{n_s(t) - n_s(t+\Delta t)}{n_s(t)\Delta t} \quad (26.15)$$

kde:  $n_s(t)$  je počet objektů, které jsou v časovém okamžiku  $t$  ještě v provozu ( $n_s(0) = n$ );  
 $n_s(t) - n_s(t + \Delta t)$  je počet objektů, které měly v časovém intervalu poruchu.

Pravděpodobnost, že bude mít objekt během časového intervalu  $(t_1, t_2)$  poruchu, je dána vzorcem:

$$R(t_1) - R(t_2) = \exp\left(-\int_0^{t_1} \lambda(t) dt\right) - \exp\left(-\int_0^{t_2} \lambda(t) dt\right) \quad (26.16)$$

Na obr. 26.6. je grafická interpretace funkcí ukazatelů pravděpodobnosti bezporuchového provozu, pravděpodobnosti poruchy, rozdělení hustoty pravděpodobnosti poruchy a intenzity poruch.



Obr. 26.6. Průběhy  $F(t)$ ,  $R(t)$ ,  $f(t)$  a  $\lambda(t)$  pro useknuté normální rozdělení  
 JURČA, 2004

Když má doba do poruchy exponenciální rozdělení, potom

$$f(t) = \lambda \exp(-\lambda t) \quad (26.17)$$

a

$$R(t) = \exp(-\lambda t) \quad (26.18)$$

a tudíž

$$\lambda(t) = \lambda \quad (26.19)$$

pro všechny hodnoty  $t$ .

**Poznámka:** Jsou-li k dispozici data o pozorovaných poruchách pro  $n$  neopravených objektů s konstantní intenzitou poruch, potom je odhad  $\lambda$  dán vzorcem:

$$\hat{\lambda} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n TTF_i} \quad (26.20)$$

kde:  $TTF_i$  je doba do poruchy objektu  $i$ .

Má-li doba do poruchy neopraveného objektu dvouparametrické Weibullovo rozdělení s parametrem měřítka  $\alpha > 0$  a parametrem tvaru  $\beta > 0$ , potom

$$R(t) = \exp(-(\alpha t)^\beta) \quad (26.21)$$

a

$$f(t) = \frac{-dR(t)}{dt} = \alpha \beta (\alpha t)^{\beta-1} \exp(-(\alpha t)^\beta) \quad (26.22)$$

a tudíž

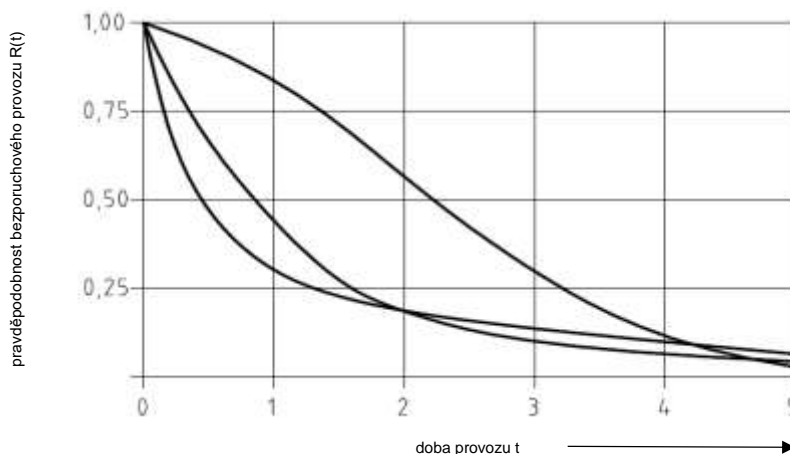
$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \alpha \beta (\alpha t)^{\beta-1} \quad (26.23)$$

**Střední intenzita poruch**  $\bar{\lambda}(t_1, t_2)$ , ( $0 \leq t_1 < t_2$ )

$$\bar{\lambda}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \lambda(t) dt = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \frac{R(t_1)}{R(t_2)} \quad (26.24)$$

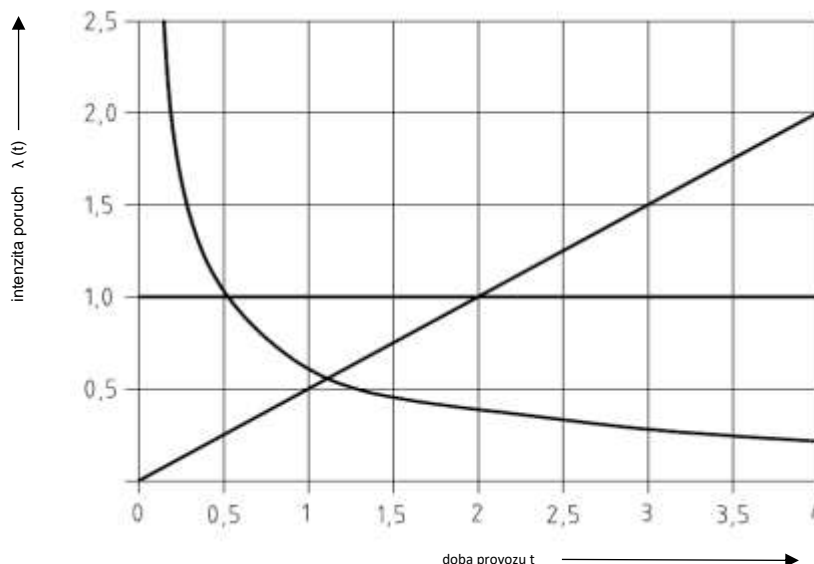
Když má doba do poruchy exponenciální rozdělení, potom

$$\bar{\lambda}(t_1, t_2) = \lambda \quad (26.25)$$

pro všechny hodnoty  $t_1$  a  $t_2$ .

**Obr. 26.7.** Závislost pravděpodobnosti bezporuchového provozu na době provozu pro Weibullovo rozdělení a zvolené hodnoty jeho parametrů

LEGÁT aj, 2008



Obr. 26.8. Závislost intenzity poruch na době provozu pro Weibullovo rozdělení a zvolené hodnoty jeho parametrů  
LEGÁT aj, 2008

**Střední doba do poruchy MTTF**

$$MTTF = \int_0^\infty t f(t) dt = \int_0^\infty R(t) dt \tag{26.26}$$

**Poznámka:** Jsou-li k dispozici data o pozorovaných poruchách pro n neopravovaných objektů, potom je odhad MTTF dán vzorcem:

$$\widehat{MTTF} = \frac{\sum_{i=1}^n TTF_i}{n} \tag{26.27}$$

kde:  $TTF_i$  je doba do poruchy objektu i.

Když má doba do poruchy exponenciální rozdělení, potom

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \tag{26.28}$$

Má-li doba do poruchy neopravovaného objektu dvouparametrické Weibullovo rozdělení s parametrem měřítka  $\alpha > 0$  a parametrem tvaru  $\beta > 0$ , potom

$$R(t) = \exp(-(\alpha t)^\beta) \tag{26.29}$$

a

$$MTTF = \frac{\Gamma(1 + \frac{1}{\beta})}{\alpha} \tag{26.30}$$

kde:

$$\Gamma(x) = \int_0^\infty t^{x-1} e^{-t} dt \text{ je úplná gama – funkce} \tag{26.31}$$

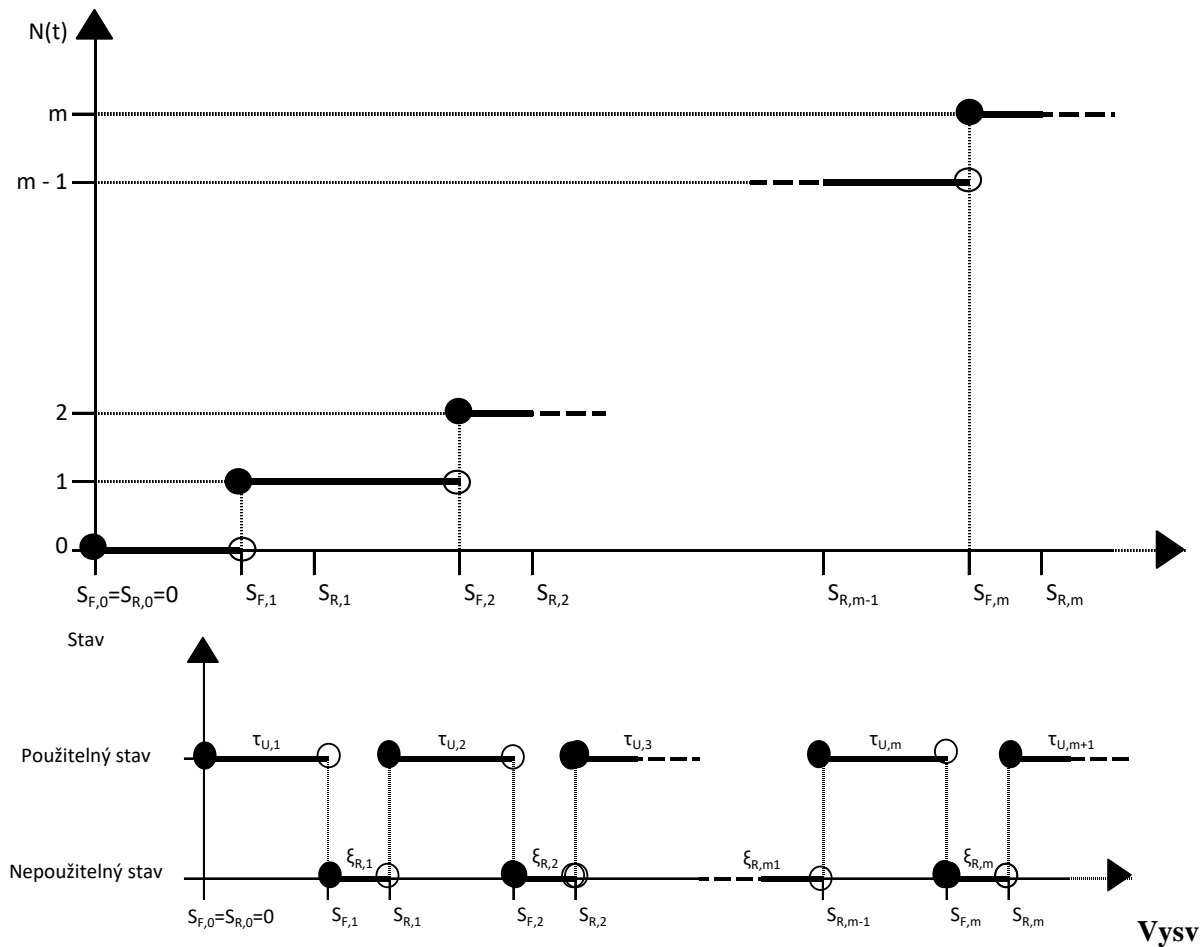
Funkcionální ukazatel	Vztah k jiným ukazatelům			
	$F(t)$	$f(t)$	$R(t)$	$\lambda(t)$
$F(t)$	-	$\frac{dF(t)}{dt}$	$1 - F(t)$	$\frac{1}{1 - F(t)} \cdot \frac{dF(t)}{dt}$
$f(t)$	$\int_0^1 f(t) dx$	-	$\int_1^\infty f(t) dx$	$\frac{f(t)}{\int_1^\infty f(x) dx}$
$R(t)$	$1 - R(t)$	$\frac{dR(t)}{dt}$	-	$-\frac{1}{R(t)} \cdot \frac{dR(t)}{dt}$
$\lambda(t)$	$1 - \exp\left(-\int_0^1 \lambda(x) dx\right)$	$\lambda(t) \exp\left(-\int_0^1 \lambda(x) dx\right)$	$\exp\left(-\int_0^1 \lambda(x) dx\right)$	-

Ta

**b. 26.1. Vztahy mezi funkcionálními ukazateli doby do poruchy trvale provozovaných objektů**

**Poznámka:** Obdobné vztahy platí mezi funkcionálními ukazateli jakékoliv náhodné veličiny, například doby do první poruchy, doby použitelného stavu, doby nepoužitelného stavu, doby do obnovy, doby údržby po poruše, doby opravy.

**Výpočty ukazatelů bezporuchovosti, udržovatelnosti a pohotovosti opravovaných objektů s nenulovou dobou do obnovy**



**ětlivky:**

- $N(t)$  Počet poruch během časového intervalu  $(0,t)$
- $S_{F,1}, S_{F,2}, S_{F,3} \dots$  za sebou následující výskyty poruch
- $S_{R,1}, S_{R,2}, S_{R,3} \dots$  za sebou následující výskyty obnov
- $\tau_{U,1}, \tau_{U,2}, \tau_{U,3} \dots$  za sebou následující doby použitelného stavu
- $\xi_{R,1}, \xi_{R,2}, \xi_{R,3} \dots$  za sebou následující doby do obnovy

**Obr. 26.9. Schéma stavů a dob opravovaného objektu s nenulovou dobou do obnovy**  
JURČA a HLADÍK 2006

Všechny výrazy uvedené v této stati jsou použitelné pro objekty COI. Pokud jsou použitelné pro objekty IOI, je to výslovně uvedeno. Pro každý ukazatel je zpravidla prezentován:

- a) generický výraz,
- b) nejobecnější výraz (pro případy, kdy doby do poruchy, doby použitelného stavu, doby nepoužitelného stavu, doby do obnovy a doby opravy objektu mají exponenciální rozdělení);
- c) jednoduchý příklad použití.

**Pravděpodobnost bezporuchového provozu  $R(t_1, t_2)$ ,  $(0 \leq t_1 < t_2)$**

Pravděpodobnost bezporuchového provozu opravovaného objektu s nenulovou dobou do obnovy pro časový interval  $(t_1, t_2)$  lze vyjádřit jako:

$$R(t_1, t_2) = R(t_2) + \int_0^{t_1} R(t_2 - t)v(t)dt, \tag{26.32}$$

kde: první člen  $R(t_2)$  představuje pravděpodobnost přežití (bezporuchového provozu) do doby  $t_2$  a druhý člen představuje pravděpodobnost obnovy (po poruše) v čase  $t$  ( $t < t_1$ ) a přežití do doby  $t_2$ ;  $v(t)$  je okamžitý parametr proudu obnov objektu, tj.  $v(t)\Delta t$  je přibližně pravděpodobnost, že obnova objektu nastane během intervalu  $(t, t + \Delta t)$ ;

$R(t) = R(0, t)$  je funkce bezporuchovosti objektu

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(s) ds \quad (26.33)$$

kde:  $f(t)$  je hustota pravděpodobnosti dob do poruchy objektu, tj.  $f(t)$

$\Delta t$  je přibližně pravděpodobnost, že objekt má během časového intervalu  $(t, t + \Delta t)$  poruchu. Přesněji řečeno, je to přibližně pravděpodobnost, že daná doba do poruchy skončí v časovém intervalu  $(t, t + \Delta t)$  za předpokladu, že doba do poruchy začala v čase  $t = 0$ .

#### Poznámky:

1.  $R(t_1, t_2)$  je (nepodmíněná) pravděpodobnost nepřetržitého provozu objektu bez poruch v časovém intervalu  $(t_1, t_2)$ . Tento výraz nemusí platit pro objekty IOI.
2. Alternativní název pravděpodobnosti bezporuchového provozu dané vzorcem pro  $R(t_1, t_2)$  je intervalová pravděpodobnost bezporuchového provozu.
3. Jsou-li k dispozici data o pozorovaných poruchách pro  $n$  opravovaných objektů, potom je odhad  $R(t_1, t_2)$  dán vzorcem:
- 4.

$$\hat{R}(t_1, t_2) = \frac{n_s(t_1, t_2)}{n} \quad (26.34)$$

kde:  $n_s(t_1, t_2)$  je počet objektů, které byly v časovém okamžiku  $t_1$  v provozu a během časového intervalu  $(t_1, t_2)$  byly v provozu bez poruch.

Po dosažení  $t_1 = t$  a  $t_2 = t + x$  se získá asymptotická pravděpodobnost bezporuchového provozu:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} R(t, t + x) = \frac{1}{MTTF + MTTR} \int_x^{\infty} R(s) ds \quad (26.35)$$

kde: MTTF je střední doba do poruchy a MTTR je střední doba do obnovy, která se může pro velké hodnoty  $I$  používat jako aproximace  $R(t, t + x)$ .

Tento výraz vyplývá z klíčového teorému obnovy.

Když mají doby do poruchy exponenciální rozdělení, potom

$$R(t_1, t_2) = A(t_1) \exp(-\lambda * (t_2 - t_1)), \quad (26.36)$$

kde:  $A(t_1)$  je funkce okamžité pohotovosti v čase  $t_1$ ;

a

$$\lim_{t \rightarrow \infty} R(t, t + x) = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} \exp(-\lambda x) \quad (26.37)$$

**Poznámka:** Výše uvedený vzorec pro  $R(t_1, t_2)$  se může vztahovat k pozn. 1 k def. 191-12-01 normy IEC 60050 191 za předpokladu, že  $t_1 = 0$ ,  $t_2 = t$ ,  $R(t_1, t_2) = R(0, t) = R(t)$  a  $A(t_1) = A(0) = 1$ .

Mají-li doby do poruchy exponenciální rozdělení, potom se buď pomocí Markovových technik, nebo Laplaceovy transformace získá následující vztah:

$$R(t_1, t_2) = \left( \frac{\mu_R}{\lambda + \mu_R} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu_R} \exp[-(\lambda + \mu_R)t_1] \right) \exp[\lambda * (t_2 - t_1)] \quad (26.38)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} R(t, t + x) = \frac{\mu_R}{\lambda + \mu_R} \exp(-\lambda x) \quad (2.39)$$

#### Okamžitý parametr proudu poruch $z(t)$

Výrazy platí též pro objekty IOI. Podle definice je parametr  $z(t)$  odvozen z očekávaného počtu poruch  $Z(t)$   $E[N(t)]$  v časovém intervalu  $(0, t)$  zahrnujícím doby použitelného i nepoužitelného stavu, kde  $N(t)$  je počet poruch v časovém intervalu  $(0, t)$  a  $E$  značí střední hodnotu, tudíž



$$z(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0^+} \frac{Z(t+\Delta t) - Z(t)}{\Delta t} = \frac{dZ(t)}{dt} \quad (26.40)$$

Když mají doby použitelného stavu exponenciální rozdělení, potom:

$$z(t) = A(t)/\lambda_U \quad (26.41)$$

kde: A(t) je funkce okamžité pohotovosti.

Jsou-li k dispozici data o pozorovaných poruchách pro n opravovaných objektů, potom je odhad z(t) dán vzorcem

$$\hat{z}(t) = \frac{n_F(t, t + \Delta t)}{n \Delta t} \quad (26.42)$$

kde: n<sub>F</sub>(t, t + Δt) je počet poruch pozorovaných během časového intervalu (t, t + Δt), přičemž se v časové stupnici uvažují jak doby použitelného stavu, tak doby nepoužitelného stavu.

Asymptotický parametr proudu poruch z(∞) je dán vzorcem:

$$z(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} z(t) = \frac{1}{\text{střední doba mezi poruchami}} \quad (26.43)$$

$$z(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} z(t) = \frac{\lambda_U \mu_R}{\lambda_U + \mu_R} = \frac{1}{\frac{1}{\lambda_U} + \frac{1}{\mu_R}} \quad (26.44)$$

U objektu COI se λ<sub>U</sub> rovná λ.

**Střední parametr proudu poruch** (t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>), (0 ≤ t<sub>1</sub> < t<sub>2</sub>)

Výrazy platí též pro objekty IOI. Podle definice:

$$\bar{z}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} z(t) dt \quad (26.45)$$

kde: ∫<sub>t<sub>1</sub></sub><sup>t<sub>2</sub></sup> z(t)dt - se rovná očekávanému počtu poruch objektu v časovém intervalu (t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>).

Tudíž

$\bar{z}(t_1, t_2)$  může být interpretováno jako očekávaný počet poruch za jednotku času v intervalu (t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>).

**Poznámka:** Jsou-li k dispozici data o pozorovaných poruchách pro n opravovaných objektů, potom je odhad z(t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>) dán vzorcem:

$$\hat{\bar{z}}(t_1, t_2) = \frac{n_F(t_1, t_2)}{(t_2 - t_1)n} \quad (26.46)$$

kde: n<sub>F</sub>(t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>) je počet poruch pozorovaných v časovém intervalu (t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>), přičemž časová stupnice zahrnuje jak doby použitelného stavu, tak doby nepoužitelného stavu.

Po dosažení t<sub>1</sub>=t a t<sub>2</sub> = t + x lze získat asymptotickou hodnotu středního parametru proudu poruch:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \bar{z}(t, t + x) = \frac{1}{\text{střední doba mezi poruchami}} \quad (26.47a)$$

který lze pro velké hodnoty t použít jako aproximaci  $\bar{z}(t, t + x)$ .

Když mají doby použitelného stavu exponenciální rozdělení, potom

$$\bar{z}(t_1, t_2) = \bar{A}(t_1, t_2)\lambda_U \quad (26.47b)$$

když se jedná o trvale provozovaný objekt, λ<sub>U</sub> = λ

Když mají doby použitelného stavu a doby do obnovy exponenciální rozdělení, potom:

$$\bar{z}(t_1, t_2) = \frac{\lambda_U \mu_R}{\lambda_U + \mu_R} + \frac{\lambda_U^2}{(\lambda_U + \mu_R)^2} \frac{\exp[-(\lambda_U + \mu_R)t_1] - \exp[-(\lambda_U + \mu_R)t_2]}{t_2 - t_1} = A(t_1, t_2) \lambda_U \quad (26.47c)$$

U objektu COI  $\lambda_U = \lambda$ .

### Střední doba do poruchy MTTF

$$MTTF = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad (26.49.)$$

kde:  $R(t)$  je funkce pravděpodobnosti bezporuchového provozu objektu:

$$r(t) = \int_0^{\infty} f(s) ds \quad (26.50)$$

**Poznámka:** Když jsou k dispozici pozorované doby (provozu) do poruchy u  $n$  objektů, potom je odhad doby MTTF dán vzorcem:

$$MTTF = \frac{\text{celková doba provozu}}{k_O} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{doba provozu})}{k_O} \quad (26.51)$$

kde: celková doba provozu je souhrn dob provozu všech  $n$  objektů během daného časového období;  $k_O$  je celkový počet poruch pozorovaných během provozu v daném časovém období; (doba provozu); je souhrnná doba provozu  $i$ -tého objektu během daného časového období. Když mají doby do poruchy exponenciální rozdělení, potom

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad (26.52)$$

### Střední doba mezi poruchami

Výrazy uvedené v této části platí též pro objekty IOI.

Střední doba mezi poruchami = MUT + MTTR =

$$= \int_0^{\infty} t f_U(t) dt + \int_0^{\infty} t g_R(t) dt$$

Jedná-li se o trvale provozovaný objekt:

$$\text{střední doba mezi poruchami} = MTTF + MTTR.$$

**Poznámka:** Jsou-li k dispozici data o poruchách pro  $n$  opravovaných objektů, potom je odhad střední doby mezi poruchami dán vzorcem:

$$\text{střední doba mezi poruchami} = \frac{\text{celková doba}}{k_F} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{celková doba})}{k_F} \quad (26.53)$$

kde: celková doba je souhrn kalendář/lich dob pozorování všech  $n$  objektů, včetně dob použitelného i nepoužitelného stavu;  $k_F$  je celkový počet poruch objektů během daného období pozorování; (celková doba); je celková kalendářní doba pozorování  $i$ -tého objektu, včetně dob použitelného i nepoužitelného stavu.

Mají-li doby použitelného stavu a doby do obnovy exponenciální rozdělení, potom

$$\text{střední doba mezi poruchami} = \frac{1}{\lambda_U} + \frac{1}{\mu_R} = \frac{\lambda_U + \mu_R}{\lambda_U \mu_R} \quad (26.54)$$

Jedná-li se o trvale provozovaný objekt, potom se  $\lambda_U$  rovná  $\lambda$ .

### Střední doba provozu mezi poruchami MTBF

Mají-li doby do poruchy exponenciální rozdělení, potom

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} \quad (26.55)$$

### Funkce okamžité pohotovosti A(t)

Jsou-li k dispozici data o pozorovaných dobách použitelného stavu pro  $n$  opravovaných objektů, potom je odhad  $A(t)$  dán vzorcem:

$$\hat{A}(t) = \frac{n_U(t)}{n} \quad (26.56)$$

kde:  $n_U(t)$  je počet objektů, které jsou v časovém okamžiku  $t$  v použitelném stavu.

Když mají doby použitelného stavu a doby do obnovy exponenciální rozdělení, potom se pomocí Markovových technik nebo Laplaceovy transformace získá vzorec:

$$A(t) = \frac{\mu_R}{\lambda_U + \mu_R} + \frac{\lambda_U}{\lambda_U + \mu_R} \exp[-(\lambda_U + \mu_R)t] \quad (26.57)$$

Jedná-li se o trvale provozovaný objekt,  $\lambda_U = \lambda$

### Funkce okamžité nepohotovosti $U(t)$

Jsou-li k dispozici data o pozorovaných dobách nepoužitelného stavu pro  $n$  opravovaných objektů, potom je odhad  $U(t)$  dán vzorcem:

$$\hat{U}(t) = \frac{n_D(t)}{n} \quad (26.58)$$

kde:  $n_D(t)$  je počet objektů, které jsou v časovém okamžiku  $t$  v nepoužitelném stavu.

Když mají doby použitelného stavu a doby do obnovy exponenciální rozdělení, potom:

$$U(t) = \frac{\lambda_U}{\lambda_U + \mu_R} (1 - \exp[-(\lambda_U + \mu_R)t]) \quad (26.59)$$

Jedná-li se o trvale provozovaný objekt,  $\lambda_U = \lambda$

### Součinitel střední pohotovosti $\bar{A}(t_1, t_2)$ , ( $0 < t_1 < t_2$ )

Jsou-li k dispozici data o pozorovaných dobách použitelného stavu v časovém intervalu  $(t_1, t_2)$  pro  $n$  opravovaných objektů, potom je odhad  $\bar{A}(t_1, t_2)$  dán vzorcem:

$$\begin{aligned} \hat{\bar{A}}(t_1, t_2) &= \frac{\text{celková doba použitelného stavu}}{(t_2 - t_1)n} = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n (\text{doba použitelného stavu})_i}{(t_2 - t_1)n} \end{aligned} \quad (26.60)$$

kde: celková doba použitelného stavu je souhrn dob použitelného stavu všech  $n$  objektů během časového intervalu  $(t_1, t_2)$ ; (doba použitelného stavu), je celková doba použitelného stavu  $i$ -tého objektu během časového intervalu  $(t_1, t_2)$ .

Když mají doby použitelného stavu a doby do obnovy exponenciální rozdělení, potom se integrací  $A(t)$  v časovém intervalu  $(t_1, t_2)$  a vydělením výrazem  $(t_2 - t_1)$  získá vztah:

$$\begin{aligned} \bar{A}(t_1, t_2) &= \frac{\mu_R}{\lambda_U + \mu_R} + \frac{\lambda_U}{(\lambda_U + \mu_R)^2} \frac{\exp[-(\lambda_U + \mu_R)t_1] - \exp[-(\lambda_U + \mu_R)t_2]}{t_2 - t_1} = \\ &= \frac{\bar{z}(t_1, t_2)}{\lambda_U} \end{aligned} \quad (26.61)$$

Jedná-li se o trvale provozovaný objekt,  $\lambda_U = \lambda$

### Součinitel střední nepohotovosti $\bar{U}(t_1, t_2)$ , ( $0 \leq t_1 < t_2$ )

Jsou-li k dispozici data o pozorovaných dobách nepoužitelného stavu v intervalu  $(t_1, t_2)$  pro  $n$  opravovaných objektů, potom je odhad  $\bar{U}(t_1, t_2)$  dán vzorcem:

$$\begin{aligned} \hat{\bar{U}}(t_1, t_2) &= \frac{\text{celková doba nepoužitelného stavu}}{(t_2 - t_1)n} = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n (\text{doba nepoužitelného stavu})_i}{(t_2 - t_1)n} \end{aligned} \quad (26.62)$$

Odhad střední kumulované doby nepoužitelného stavu MADT v časovém intervalu  $(t_1, t_2)$  je dán vztahem:

$$\widehat{MADT} = \frac{\text{celková doba nepoužitelného stavu}}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{doba nepoužitelného stavu})_i}{n} \quad (26.63)$$

kde: celková doba nepoužitelného stavu je souhrn dob nepoužitelného stavu všech  $n$  objektů během časového intervalu  $(t_1, t_2)$ ;  $(\text{doba nepoužitelného stavu})_i$  je celková doba nepoužitelného stavu  $i$ -tého objektu během časového intervalu  $(t_1, t_2)$ .

Mají-li doby použitelného stavu a doby do obnovy exponenciální rozdělení, potom se součinitel střední nepohotovosti dostane ze vztahu:

$$\begin{aligned} \bar{U}(t_1, t_2) &= \frac{MADT}{t_2 - t_1} = \\ &= \frac{\lambda_U}{\lambda_U + \mu_R} - \frac{\lambda_U}{(\lambda_U + \mu_R)^2} \frac{\exp[-(\lambda_U + \mu_R)t_1] - \exp[-(\lambda_U + \mu_R)t_2]}{t_2 - t_1} \\ &= 1 - \frac{\bar{z}(t_1, t_2)}{\lambda_U} \end{aligned} \quad (26.64)$$

Jedná-li se o trvale provozovaný objekt,  $\lambda_U = \lambda$

#### Součinitel asymptotické pohotovosti A

Výrazy platí též pro objekty IOI.

$$A = \lim_{t \rightarrow \infty} A(t) = \frac{MUT}{MUT + MTTR} \quad (26.65)$$

Jedná-li se o trvale provozovaný objekt, potom:

$$A = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} \quad (26.66)$$

Když mají doby použitelného stavu a doby do obnovy exponenciální rozdělení, potom:

$$A = \frac{\lambda_U}{\lambda_U + \mu_R} \quad (26.67)$$

Jedná-li se o trvale provozovaný objekt,  $\lambda_U = \lambda$

#### Součinitel asymptotické nepohotovosti U

Výrazy platí též pro objekty IOI.

$$U = \lim_{t \rightarrow \infty} U(t) = \frac{MTTR}{MUT + MTTR} = 1 - A \quad (26.68)$$

Jedná-li se o trvale provozovaný objekt, potom:

$$U = \frac{MTTR}{MTTF + MTTR} \quad (26.69)$$

Když mají doby použitelného stavu a doby do obnovy exponenciální rozdělení, potom:

$$U = \frac{\lambda_U}{\lambda_U + \mu_R} \quad (26.70)$$

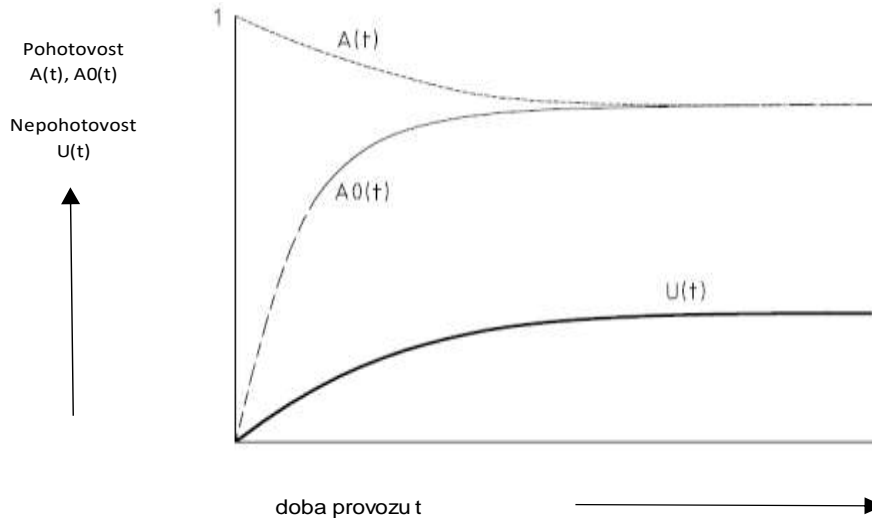
Jedná-li se o trvale provozovaný objekt,  $\lambda_U = \lambda$

#### Střední doba použitelného stavu MUT

Jsou-li k dispozici pozorované doby použitelného stavu pro  $n$  opravovaných objektů, potom je odhad MUT dán vztahem:

$$M\hat{U}T = \frac{\text{celková doba použitelného stavu}}{k_U} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{doba použitelného stavu})_i}{k_U} \quad (2.71)$$

kde: celková doba použitelného stavu je souhrn dob použitelného stavu všech n objektů během časového intervalu  $(t_1, t_2)$ ;  $k_U$  je celkový počet dob použitelného stavu objektů během časového intervalu  $(t_1, t_2)$ ;  $(\text{doba použitelného stavu})_i$  je celková doba použitelného stavu i-tého objektu během daného časového období.



**Obr. 26.10. Závislost součinitele pohotovosti a nepohotovosti na době t**

( $A_0(t)$  vyjadřuje přechod z poruchového stavu a  $A(t)$  přechod z bezporuchového stavu do ustáleného stavu)

Když mají doby použitelného stavu exponenciální rozdělení, potom:

$$MUT = \frac{1}{\lambda_U} \quad (26.72)$$

### **Střední doba nepoužitelného stavu MDT**

Jsou-li k dispozici pozorované doby nepoužitelného stavu pro n opravovaných objektů, potom je odhad MDT dán vztahem:

$$M\hat{D}T = \frac{\text{celková doba nepoužitelného stavu}}{k_D} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{doba nepoužitelného stavu})_i}{k_D} \quad (26.73)$$

kde: celková doba nepoužitelného stavu je souhrn dob nepoužitelného stavu všech n objektů během daného časového období;  $k_U$  je celkový počet dob nepoužitelného stavu objektů během daného časového období;  $(\text{doba nepoužitelného stavu})_i$  je celková doba nepoužitelného stavu i-tého objektu během daného časového období.

Při platnosti předpokladů, že jakýkoliv poruchový stav je výsledkem poruchy a žádná preventivní údržba se neprovádí, se jakákoliv doba nepoužitelného stavu rovná době do obnovy, tj.

$$MDT = MTTR \quad (26.74)$$

a pro doby nepoužitelného stavu s exponenciálním rozdělením platí:

$$MDT = \frac{1}{\mu_D} \quad (26.75)$$

### **Pravděpodobnost doby aktivní údržby $M(t_1, t_2)$ , $(0 \leq t_1 < t_2)$**

Výrazy platí též pro objekty IOI. Pravděpodobnost, že daný údržbářský zásah na objektu může být dokončen v časovém intervalu  $(t_1, t_2)$ , za předpokladu, že zásah aktivní údržby počal v čase  $t = 0$ , je dána vzorcem:

$$M(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} g_{AM}(t) dt \quad (2.76)$$

kde:  $g_{AM}(t)$  je hustota pravděpodobnosti dob aktivní údržby objektu (včetně jakéhokoliv technického zpoždění a doby opravy, avšak bez logistického a administrativního zpoždění), tj.  $g_{AM}(t)\Delta t$  je přibližně pravděpodobnost dokončení zásahu aktivní údržby během intervalu  $(t, t + \Delta t)$  za předpokladu, že zásah aktivní údržby začal v čase  $t = 0$ .

V praxi se používá funkce udržovatelnosti  $M(t)$  definovaná jako  $M(t) = M(0, t)$ . Vzájemný vztah mezi funkcí udržovatelnosti  $M(t)$  a střední dobou aktivní údržby  $MAMT$  je následující

$$MAMT = \int_0^{\infty} (1 - M(t)) dt = \int_0^{\infty} t g_{AM}(t) dt \quad (2.77)$$

Mají-li doby aktivní údržby exponenciální rozdělení s parametrem  $\mu_{AM}$ , tj.:

$$g_{AM}(t) = \mu_{AM} \exp(-\mu_{AM} t) \quad (2.78)$$

potom

$$M(t_1, t_2) = \exp(-\mu_{AM} t_1) - \exp(-\mu_{AM} t_2), \quad (2.79)$$

a

$$M(t) = 1 - \exp(-\mu_{AM} t) \quad (2.80)$$

$$MAMT = \frac{1}{\mu_{AM}} \quad (2.81)$$

**Střední intenzita opravy:  $\mu(t_1, t_2)$ , ( $0 \leq t_1 < t_2$ )**

$$\bar{\mu}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \mu(t) dt \quad (2.82)$$

kde:  $p(t)$  je okamžitá intenzita oprav objektu jako funkce času, tj.  $\mu(t)\Delta t$  je přibližně podmíněná pravděpodobnost, že bude zásah údržby po poruše dokončen v intervalu  $(t, t + \Delta t)$ , za předpokladu, že tento zásah začal v čase  $t = 0$  a do časového okamžiku  $t$  nebyl dokončen. Do údržby po poruše se zahrnuje doba opravy, technické a logistické zpoždění, avšak bez administrativního zpoždění.

Je-li intenzita opravy konstantní, tj.  $\mu(t) = \mu$ , potom:

$$\bar{\mu}(t_1, t_2) = \mu \quad (2.83)$$

V tom případě:

$$MCMT = \frac{1}{\mu} \quad (2.84)$$

kde:  $MCMT$  je střední doba údržby po poruše.

**Střední doba opravy  $MRT$**

$$MRT = \int_0^{\infty} t g_{Rep}(t) dt \quad (2.85)$$

kde:  $g_{Rep}(t)$  je hustota pravděpodobnosti dob oprav objektu (bez logistického a administrativního zpoždění), tj.  $g_{Rep}(t)\Delta t$  je přibližně pravděpodobnost, že bude oprava dokončena během intervalu  $(t, t + \Delta t)$ , za předpokladu, že oprava začala v čase  $t = 0$ .

Z definice doby opravy vyplývá:

$$MRT = MACMT - MTD, \quad (2.86)$$

kde:  $MTD$  je střední technické zpoždění;

$MACMT$  je střední doba aktivní údržby po poruše

Jsou-li k dispozici pozorované doby opravy pro  $n$  opravovaných objektů, potom je odhad  $MRT$  dán vztahem:

$$\hat{MRT} = \frac{\text{celková doba oprav}}{k_{Rep}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{doba opravy})}{k_{Rep}} \quad (2.87)$$

kde: celková doba oprav je souhrn dob opravy všech  $n$  objektů během daného časového období;

$k_{Rep}$  je celkový počet dob opravy objektů během daného časového období;  
(doba opravy); je celková doba oprav  $i$ -tého objektu během daného časového období.

Mají-li doby opravy exponenciální rozdělení s parametrem,  $\mu_{Rep}$ , tj.:

$$g_{Rep} = \mu_{Rep} \exp(-\mu_{Rep}t) \quad (26.89)$$

potom

$$MRT = \frac{1}{\mu_{Rep}} \quad (26.90)$$

### Střední doba aktivní údržby po poruše MACMT

$$MACMT = \int_0^{\infty} t g_{ACM}(t) dt \quad (26.91)$$

kde:  $g_{ACM}(t)$  je hustota pravděpodobnosti dob aktivní údržby po poruše objektu (včetně technického zpoždění a doby opravy, ale bez logistického a administrativního zpoždění), tj.  $g_{ACM}(t) \cdot \Delta t$  je přibližně pravděpodobnost, že bude aktivní údržba objektu po poruše dokončena v intervalu  $(t, t + \Delta t)$ , za předpokladu, že aktivní údržba po poruše začala v čase  $t=0$ .

Jsou-li k dispozici pozorované doby aktivní údržby po poruše pro  $n$  opravovaných objektů, potom je odhad MACMT dán vztahem:

$$\begin{aligned} \widehat{MACMT} &= \frac{\text{celková doba aktivní údržby po poruše}}{k_{ACM}} = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n (\text{doba aktivní údržby po poruše})_i}{k_{ACM}} \end{aligned} \quad (26.92)$$

kde: celková doba aktivní údržby po poruše je souhrn dob aktivní údržby po poruše všech  $n$  objektů během daného časového období;

$k_{ACM}$  je celkový počet zásahů aktivní údržby po poruše objektů během daného časového období;  
(doba aktivní údržby po poruše), je celková doba aktivní údržby po poruše  $i$ -tého objektu během daného časového období.

Mají-li doby aktivní údržby po poruše exponenciální rozdělení s parametrem  $\mu_{ACM}$ , tj.:

$$g_{ACM}(t) = \mu_{ACM} \exp(-\mu_{ACM}t) \quad (26.93)$$

$$MACMT = \frac{1}{\mu_{ACM}} \quad (26.94)$$

### Střední doba do obnovy MTTR

$$MTTR = \int_0^{\infty} t g_R(t) dt \quad (26.95)$$

kde:  $g_R(t)$  je hustota pravděpodobnosti dob do obnovy objektu, tj.  $g_R(t) \Delta t$  je přibližně pravděpodobnost, že bude objekt obnoven z poruchového stavu do použitelného stavu v intervalu  $(t, t + \Delta t)$ , za předpokladu, že porucha vedoucí ke vzniku poruchového stavu nastala v čase  $t=0$ .

Jsou-li k dispozici pozorované doby do obnovy pro  $n$  opravovaných objektů, potom je odhad MTTR dán vztahem:

$$\begin{aligned} \widehat{MTTR} &= \frac{\text{celková doba obnovy}}{k_R} = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n (\text{doba do obnovy})_i}{k_R} \end{aligned} \quad (26.96)$$

kde: celková doba do obnovy je souhrn dob do obnovy všech  $n$  objektů během daného časového období;

$k_R$  je celkový počet dob do obnovy objektů během daného časového období;

(doba do obnovy = doba poruchového stavu) $_i$  je celková doba do obnovy

(doba poruchového stavu = doba nezjištěného poruchového stavu + doba administrativního zpoždění + doba údržby po poruše)  $i$ -tého objektu během daného časového období. Mají-li doby do obnovy exponenciální rozdělení, tj.:



$$g_R(t) = (\mu_R \exp(-\mu_R t)), \quad (26.97a)$$

kde:  $\mu_R$  je konstantní intenzita obnov, potom:

$$MTTR = \frac{1}{\mu_R} \quad (26.97b)$$

### Střední administrativní zpoždění MAD

$$MAD = \int_0^{\infty} t g_{AD}(t) dt \quad (26.99)$$

kde:  $g_{AD}(t)$  je hustota pravděpodobnosti administrativního zpoždění během doby do obnovy objektu v poruchovém stavu, tj.  $g_{AD}(t)\Delta t$  je přibližně pravděpodobnost, že toto zpoždění skončí v časovém intervalu  $(t, t + \Delta t)$ , za předpokladu, že zpoždění začalo v čase  $t = 0$

Jsou-li k dispozici pozorované doby administrativního zpoždění pro  $n$  opravovaných objektů, potom je odhad MAD dán vztahem:

$$\begin{aligned} \hat{MAD} &= \frac{\text{celkové administrativní zpoždění}}{k_{AD}} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n (\text{administrativní zpoždění})_i}{k_{AD}} \end{aligned} \quad (26.100)$$

kde: celkové administrativní zpoždění je souhrn administrativního zpoždění všech  $n$  objektů během daného časového období;

$k_{AD}$  je celkový počet administrativních zpoždění během daného časového období;

$(\text{administrativní zpoždění})_i$  je celkové administrativní zpoždění  $i$ -tého objektu během daného časového období.

Mají-li administrativní zpoždění exponenciální rozdělení s parametrem  $\mu_{AD}$ , tj.:

$$g_{AD}(t) = \mu_{AD} \exp(-\mu_{AD} t) \quad (26.101a)$$

Potom

$$MAD = \frac{1}{\mu_{AD}} \quad (26.101b)$$

### Střední logistické zpoždění MLD

$$MLD = \int_0^{\infty} t g_{LD}(t) dt \quad (26.102)$$

kde:  $g_{LD}(t)$  je hustota pravděpodobnosti logistického zpoždění během doby údržby objektu v poruchovém stavu, tj.  $g_{LD}(t)\Delta t$  je přibližně pravděpodobnost, že toto zpoždění skončí v časovém intervalu  $(t, t + \Delta t)$ , za předpokladu, že zpoždění začalo v čase  $t = 0$ . Jsou-li k dispozici pozorované doby logistického zpoždění pro  $n$  opravovaných objektů,

potom je odhad MLD dán vztahem:

$$\begin{aligned} \hat{MLD} &= \frac{\text{celkové logistické zpoždění}}{k_{LD}} = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n (\text{logistické zpoždění})_i}{k_{LD}}, \end{aligned} \quad (26.103)$$

kde: celkové logistické zpoždění je souhrn logistického zpoždění všech  $n$  objektů během daného časového období;

$k_{LD}$  je celkový počet logistických zpoždění během daného časového období;

$(\text{logistické zpoždění})_i$  je celkové logistické zpoždění  $i$ -tého objektu během daného časového období.

Mají-li logistická zpoždění exponenciální rozdělení s parametrem  $\mu_{LD}$ , tj.:

$$g_{LD}(t) = \mu_{LD} \exp(-\mu_{LD} t) \quad (26.104)$$

potom

$$MLD = \frac{1}{\mu LD} \quad (26.105)$$

## 26.8. Výběr charakteristik pro sledování spolehlivosti vyvážecího stroje a harvestoru

Výběr charakteristik odpovídajících typickému provoznímu nasazení a podmínkám provozu musí vycházet zejména z potřeb uživatele stroje, kterého zajímají ty charakteristiky, které mají vliv na časovou využitelnost stroje, tj. jeho pohotovost, a dále na ekonomiku a bezpečnost provozu. V dalším textu jsou tyto charakteristiky uvedeny pro typické moderní stroje – vyvážecí traktor a harvestor.

Z hledisek uživatele i konstruktéra zpravidla postačí vyjádřit tyto charakteristiky

- Pohotovost (% času, kdy je stroj v provozuschopném stavu na času disponibilním. Neovlivňují ho organizační, osobní, ani jiné důvody prostojů než prostoje z technických důvodů)
- Bezporuchovost (pravděpodobnost bezporuchového provozu za dobu  $t$ , zpravidla mezi předepsanými technickými podmínkami)
- Udržovatelnost (v Kč.  $m^{-3}.m$ )
- Opravitelnost (v Kč.  $m^{-3}.m$ )
- Střední doba mezi poruchami.

Vhodné je pak vyjádřit též pracnost, tj. množství času na jednotku vykonané práce nebo produktivitu práce, což je převrácená hodnota pracnosti.

K určení všech shora uvedených charakteristik je nutné určit vhodným způsobem dobu provozu.

Vyvážecí stroj ani harvestor jako mobilní strojní systémy pracující v terénu nemají snadno vyjádřitelnou **dobu provozu**, což je pro výpočet spolehlivostních charakteristik zásadní ukazatel.

Jde o vyjádření délky a intenzity provozního namáhání stroje. Doba provozu stroje, definovaná jako časový interval, během něhož je objekt v provozu, je **dobu, potřebná pro vykonání určité práce**. Definice má z hlediska práce vyvážecího stroje nebo harvestoru zásadní nedostatek v tom smyslu, že nezahrnuje intenzitu provozního namáhání stroje. Tento rozsah práce by bylo nejlépe vždy vyjadřovat v přísném fyzikálním smyslu slova (joule), ale lze to i volněji, a to rozsahem vykonané požadované práce.

Práce vykonaná vyvážecím strojem se vyjadřuje v objemu či hmotnosti přepraveného dříví a průměrnou vývozní vzdáleností v metrech, tj. v  $m^3.m$ , nebo  $t.m$ . U harvestoru jsou uvedeny jednotky objemu v  $m^3$ . Uvedená doba provozu však nevyjadřuje fyzikální množství vykonané práce a tím i zatížení konstrukce stroje a jeho jednotlivých částí. Pro vyjádření doby provozu je pak někdy používáno množství spotřebovaného paliva, což však neumožňuje zahrnout poruchy ekonomiky provozu, kdy zvýšenou spotřebu může způsobit špatný stav motoru či přenosu energie k pojezdové či pracovní části stroje, jakou je hydraulický jeřáb.

K posouzení namáhání motoru se často používá jako ukazatel množství motohodin. V terénu je u vyvážecího stroje při použití silnějšího převodu natočeno motorem více motohodin, než při pojezdu po rovině a nebo dokonce po zpevněné vozovce. Ale počet motohodin neumožňuje rozeznat, jaký podíl práce byl vykonán při plném výkonu motoru a jaký např. na volnoběh. Obdobné je to i u harvestoru, i když tam rozdíl vzniká spíše rozdílem při vlastní těžbě a zpracování stromu a pojezdem.

Z uvedených důvodů je tedy nutno sledovat více ukazatelů charakterizujících dobu provozu a dále některé faktory, které umožní porovnávat práci v rozdílných terénních a porostních podmínkách. Pro hydraulický jeřáb je nejdůležitější ukazatel naložené a vyložené hmotnosti materiálu a není důležitá vývozní vzdálenost. Pro podvozek je vývozní vzdálenost důležitá a pro motor je vhodné měřit přímo vykonanou práci. U harvestoru bude opotřebení ovlivněno objemem a hmotností stromu, tloušťkou a četností větví a druhovacím schématem. Ideální by bylo snímat točivý moment a otáčky na jednotlivých kritických rozhraních oddělujících jednotlivé funkce strojů, ale to by vyžadovalo instalaci řady snímačů a někde i konstrukční úpravy, což lze realizovat jen v rámci výzkumu. Bude tedy nutno počítat s určitou nepřesností při posuzování spolehlivosti jednotlivých částí strojů.

V provozním sledování tedy postačí co nejpřesněji a evidovat vykonanou práci a rovněž ji co nejpřesněji vztáhnout k okamžiku poruchy nebo údržby.

Pro potřeby sledování spolehlivosti musíme popsat každou vzniklou poruchu natolik jednoznačně, abychom mohli jednotlivé poruchy klasifikovat, a dále je co nejvýstižněji nutné popsat též způsob opravy.

Opravu můžeme rozdělit do následujících etap

- Převzetí stroje do opravy
- Vnější čištění stroje
- Diagnostika ke zjištění místa a rozsahu poruchy (není třeba u zjevné poruchy)
- Demontáž
- Čištění a odmašťování součástí
- Technická kontrola a třídění součástí
- Oprava součástí
- Kompletace součástí pro montáž
- Montáž a seřízení
- Záběh
- Povrchová úprava
- Předání opraveného stroje zákazníkovi.

Klasifikace poruch není jednotná a pro potřebu sledování vyvážecích strojů a harvesterů lze doporučit následující členění:

#### **Příčina poruchy**

- Přetížení – překročení meze stanovené technickou dokumentací
- Konstrukční – chyba konstruktéra nebo nedokonalost výpočetních postupů
- Výrobní (též technologická) – nedodržení výrobního postupu
- Provozní – nedodržení provozních postupů nebo podmínek
- Opravárenská – nedokonalá oprava nebo nedodržení opravárenského postupu
- Dožitím – při jinak správném užití stroje – opotřebení, únava, atp.

#### **Charakter poruchy**

- Částečná – možný další provoz, ale s menší efektivností, jeden nebo více parametrů neodpovídá technickým podmínkám
- Úplná – úplně zabraňuje použití stroje
- Náhodná – vyskytuje se zcela nepravidelně, náhodnými vlivy
- Systematická – často nebo pravidelně se opakující porucha (např. výrobní, konstrukční ...)
- Náhlá – vzniklá prudkou změnou technických parametrů
- Postupná - následek postupné změny hodnot jednoho nebo více parametrů
- Havarijní, náhlá a úplná porucha
- Degradací – postupná a částečná
- Zjevná – výrazný měřitelný vnější projev
- Skrytá – vnější projev opožděn, nebo se projeví poruchou jiné části zjevným způsobem
- Závislá – porucha prvku soustavy vzniklá po poruše jiného prvku
- Nezávislá – porucha prvku nebyla způsobena poruchou jiného prvku.

Způsob, jakým byla provedena oprava, lze rozdělit do těchto základních hledisek

- Výměna za novou součást nebo skupinu
- Výměna za opravovanou (renovovanou) součást (skupinu)
- Oprava vyrovnáním deformace
- Oprava součástí svařováním, pájením, lepením nebo tmelením
- Oprava spoje svařováním, pájením nebo lepením
- Oprava obrobením na opravné rozměry
- Oprava výrobou nové součásti.

Operace technické údržby jsou pojaty jako preventivní, mají předepsané doby realizace a předepsaný rozsah a tedy i dobu trvání. Postačí tedy pouze uvést, jaká údržba byla realizována, potřebu času na její provedení a náklady, a to včetně preventivní diagnostické prohlídky. Je-li diagnózou bezporuchový stav a prognóza pro další provoz nepočítá na základě změn parametrů s poruchou do další technické prohlídky, není nutno sledovat žádné jiné údaje.

Naopak, je-li diagnostikován poruchový stav, nebo je na základě změn technických parametrů prognózována porucha, je vykonána oprava a postupuje se podobně jako u náhlé poruchy, která se vyskytne během provozu.

### 26.9. Sledování funkčního modelu či prototypu vyvážecího stroje nebo harvesteru

Z důvodů uvedených v předchozí kapitole je nutné při každé události (údržba, porucha a oprava) vždy nutné vyjádřit pro určení doby provozu v daném okamžiku:

- kalendářní dobu s uvedením času s přesností řádově spíše na minuty než na hodiny
- počet motohodin
- litry spotřebovaného paliva
- práci vykonanou motorem (umožňuje-li to instalovaný snímací a záznamový systém).

Přitom je nutné zaznamenávat též:

- celkové množství přepraveného dříví
- střední průměr kmene či průměrný objem či hmotnost přepravovaných výřezů
- průměrnou vývozní vzdálenost
- charakter terénu (např. dle klasifikace ÚHÚL)
- průběh počasí, zejména pokud jde o teploty a srážky.

Všechny údaje musí být kontrolovatelným způsobem evidovány a uváděny buď od začátku sledování stroje, tedy jeho nasazení do provozu, nebo od začátku evidenčně sledovaného období, např. měsíce tak, aby bylo vždy možné ke zjištěnému jevu vztáhnout správné hodnoty.

Je nutno zdůraznit, že všechny uvedené údaje mají zásadní vliv na správné vyjádření spolehlivostních charakteristik.

Má-li být dosaženo dostatečně přesných a dále využitelných výsledků, sleduje se zpravidla nejméně 25 strojů po celou dobu životnosti, nebo větší počet strojů různě starých po dobu nejméně jednoho roku, přičemž se na časové ose zjištěné hodnoty umísťují tak, aby odpovídaly výsledkům sledování celé životnosti stroje.

Jiná situace nastává, chceme-li zjistit charakteristiky nově vyvinutého nebo inovovaného typu stroje. Pak lze převzít hodnoty podobného stroje, které se v rámci provozního sledování zpřesňují.

Jde-li o sledování jediného stroje, například prototypu nebo dokonce funkčního modelu, bude možné zjištěné spolehlivostní údaje pokládat za pouze informativní. Větší význam bude mít takové sledování spíše pro odhalení konstrukčních či výrobních nedostatků, popřípadě pro úpravu provozních a údržbářských doporučení.

Kromě shora uvedeného je při všech sledováních nutné zaznamenávat následující údaje, a to prostřednictvím k tomu vytvořených elektronických formulářů, které umožní digitální zpracování a systemizaci zjištěných skutečností a které mohou přispět k provedení podrobnější analýzy i pokud jde o jiné než shora navržené vybrané charakteristiky.

Mělo by jít zejména o záznam o poruše a opravě, kde se bude sledovat zejména:

- datum a čas události
- doba provozu do vzniku poruchy (všechny ukazatele uvedené nahoře kapitole)
- množství přepraveného dříví
- průměrný objem či hmotnost přepravených výřezů
- průměrná vývozní vzdálenost
- terénu (např. dle klasifikace ÚHÚL)
- průměrná teplota za dobu od poslední zaznamenané události nebo od počátku měsíce
- průměrné srážky za dobu od poslední zaznamenané události nebo od počátku měsíce
- přijato do opravy – datum a čas – kdo předal – kdo přijal
- vydáno z opravy – datum a čas – kdo vydal – kdo převzal
- porucha a její projev
- příčina poruchy

- poškozené díly a skupiny – katalogová čísla
- způsob opravy jednotlivých dílů a skupin
- výdejky materiálu - čísla
- jméno opraváře (nebo více opravářů) s osobním číslem a vykázanou dobou práce
- jméno a podpis osoby, která záznam zpracovala
- specifikace stroje – jeho číslo
- jméno operátora
- pracoviště stroje.

**Projevy poruch** je nutné uvádět podrobněji, nejlépe takto:

#### **Příčina poruchy**

- Přetížení (jaké)
- Konstrukční (specifikace)
- Výrobní (specifikace)
- Provozní (specifikace)
- Opravářenská (specifikace)
- Dožitím (specifikace)

#### **Porucha funkce stroje**

- Selhání funkce
- Nepravidelnost funkce
- Abnormální hlučnost
- Abnormální vibrace
- Nesprávné seřízení
- Nežádoucí změna otáček
- Nežádoucí změna výkonu
- Nežádoucí změna jiného parametru (kterého)

#### **Porucha systému**

- Nesprávná teplota olejové náplně (např. motoru)
- Nesprávná teplota pracovního média (např. tlakové kapaliny)
- Nesprávná teplota chladicí kapaliny
- Nesprávný tlak paliva
- Nesprávný tlak pracovního média
- Nadměrné exhalace
- Jiná porucha systému (jaká)

#### **Porucha těsnosti**

- Unikání maziva
- Unikání paliva
- Unikání vzduchu
- Unikání vody
- Unikání spalin
- Unikání jiných látek
- Vnikání oleje
- Vnikání paliva
- Vnikání vody
- Vnikání vzduchu
- Jiná porucha těsnosti (jaká)

#### **Porucha provozní**

- Nadměrná spotřeba maziva
- Nadměrná spotřeba paliva
- Nadměrná spotřeba energie
- Nadměrná spotřeba jiné provozní látky (které)
- Nadměrné znečištění
- Vykazování nesprávných parametrů (kterých a jaké)
- Nesprávná výměna provozních hmot
- Zamrznutí

- Ucpání
- Ostatní provozní poruchy (jaké)

Dále je potřebné popsat **druhy poškození** součástí

#### **Porucha mechanická**

- Destrukce součásti
- Destrukce spoje (svaru, atp.)
- Porucha mechanického spoje (uvolnění, deformace)
- Trvalá deformace součásti
- Vnější trhlina součásti
- Vnější trhlina spoje
- Proražení
- Prodření
- Rozbití
- Ostatní mechanické poruchy (slovní popis)

#### **Porucha povrchu**

- Koroze
- Porýhování
- Vydrolení
- Zadření
- Otlačení
- Potlučení
- Přilnutí nebo zamáčknutí cizího materiálu
- Pittingy
- Ostatní poruchy (uvést slovně)

#### **Porucha tepelnými účinky**

- Ožehnutí
- Opálení
- Propálení
- Trvalá tepelná deformace
- Vytavení
- Natavení
- Zalepení
- Zaschnutí
- Zapečení
- Přehřátí (změna tvrdosti)
- Shoření
- Ostatní tepelné poruchy (slovní popis)

#### **Porucha elektro**

- Zkrat
- Váznoucí kontakt
- Přilepený kontakt
- Opálení obloukem
- Nadměrný přechodový odpor
- Snížení kvality izolačního stavu
- Přerušování obvodu (vodiče)
- Uvolnění elektrického spoje
- Změna elektrických parametrů součástí
- Ostatní poruchy elektro (uvést slovně)

Způsob **provedení opravy** může být uváděn takto:

- Způsob blíže neurčen (neznámý)
- Výměna za novou součást nebo skupinu
- Výměna za opravovanou (renovovanou) součást (skupinu)
- Oprava vyrovnáním deformace

- Oprava součásti svařováním, pájením, lepením nebo tmelením
- Oprava spoje svařováním, pájením nebo lepením
- Oprava obrobením na opravné rozměry
- Oprava výrobou nové součásti
- Jiná oprava (popsat slovně)

Doba provozu musí být stanovena k okamžiku vzniku poruchy, nebo k okamžiku zahájení technické prohlídky, v jejímž rámci byla porucha zjištěna.

Zejména musí být určeny začátky a konce přesunu stroje do opravny a z opravny, a to i částečného, pokud byl stroj dopravován na trajleru.

Doba prostoje v údržbě se uvede v časových jednotkách, stejně jako doba prostoje v poruše. Je zde ale třeba odlišit prostoj čekání na opravu, dobu vlastní opravy (včetně evidence odpracované doby jednotlivých opravářů), dobu technologického prostoje (např. schnutí nátěru) a případně dobu záběhu o opravě, opět s uvedením doby provozu podle času, spotřeby, motohodin a motorem vykonané práce, aby tyto doby nebyly započteny do vlastní práce stroje, což by mohlo zkreslit výsledky sledování.

Přesné vedení veškeré evidence je nepřekročitelnou podmínkou správnosti výpočtů a závěrů z nich vyslovených.



## 27. POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- Adámek, I. – Jahoda, V. (1988): Stroje pro stavební práce, VŠZ Brno
- Baadsgaard - Jensen, J. (1988): Comminution and application of forest residues. Skovteknisk Institut Denmark
- Bartoška, J. – Majkút, Š. (1984): Odvoz celých stromů na LZ Prostějov. VÚLHM Oravský Podzámok
- Bauer, F. – Ryšavý, I. (1985): Hydraulické systémy mechanizačních prostředků. VŠZ v Brně, 140 s.
- Bergman, Ö. – Nilsson, T. (1979): An experiment on outdoor storage of whole-tree chips. The Swedish University of Agricultural Sciences, Report No. R 109, Uppsala
- Bozděch, J. - Černák, J. (1986): Tabuľky hmotnosti ihličnatého a listnatého dreva. Alfa Bratislava
- Bublinec, E. (1984): Vplyv výroby biomasy na ochudobňovanie pôdy o živiny. Závěrečná zpráva VÚLH Zvolen
- Bumerl, M. (1954): Tříslová kůra. Praha
- Cenek, M. a kolektiv (2001): Obnovitelné zdroje energie. FCC Public Praha
- Čermák, V. – Hubáč, K. (1978) Sortimentáčné tabuľky pre listnaté dreviny. Príroda Bratislava
- Černý, Z. a kol. (1983): Mechanizace pěstebních prací. VŠZ v Brně.
- Černý, Z. (1989): Stroje a technologie v pěstební výrobě. VŠZ v Brně.
- Černý, Z. (1992): Kvantifikace nadzemní stromové biomasy ve smrkových porostech předprobírkového věku. in: Súčasný stav a najnovšie trendy vo využívaní biomasy. LVÚ Zvolen
- Černý, Z. – Neruda, J. – Lokvenc, Th. (1995): Zalesňování nelesních půd. IVV MZe ČR
- Černý, Z. – Neruda, J. (1999): Ruční nářadí pro práci v lese. IVVMZe ČR, Praha
- Černý, Z. – Neruda, J. (2001): Příprava půdy v lesním hospodářství. IVVMZE, Praha
- Černý, Z. – Neruda, J. (2002): Aplikáční technika pro chemickou ochranu lesa. IVV MZe ČR, Praha
- Černý, Z. – Neruda, J. – Lokvenc, Th. (2005): Pěstování vánočních stromků. IVV MZe ČR, Praha
- Dejmal, J. (1986): Štěpkování skácených stromů z hlediska zhodnocení dendromasy. Lesnictví č. 6
- Dejmal, J. (1986): Tabuľky pro sortimentaci těžebního fondu. VŠZ v Brně
- Douda, V. a kol. (1974): Mechanizační prostředky lesnické. SZN Praha
- Drápal, D. a kol. (1980): Hydraulická ruka v lesním hospodářství. Praha
- Dressler, M. – Adámek, I. (1960): Vyklizovací lanovky. Praha
- Dressler, M. (1977): Bezúvazkové soustředování dříví. Praha
- Dressler, M. (1982): Význam a uplatnění limitujících faktorů pro těžební technologie. Lesnický průvodce č. 2, Praha
- Dressler, M. – Popelka, J. (1974): Přibližování dříví universálními a speciálními traktory. SZN Praha
- Dušek, V. (1980): Súčasný stav a perspektivy aplikace silného sadebního materiálu, Zprávy lesnického výzkumu, XXV, (4): 1 - 5.
- Ericsson L. G. (1994): Amount of tree residues following harvesting of wood fuel. Project Skogskrft Rapport nr. 20, Vattenfall, Stockholm, Sweden, Report U (B) 1993/28
- Erler, J. a kol. (2012): Forsttechnik. TU Dresden
- Fojtík, V. a kol. (1985): Soustředování dříví lanovkami. Praha
- Gebauer, R. – Neruda, J. – Ulrich, R. – Martinková, M. (2012): Soil Compaction - Impact of Harvesters' and Forwarders' Passages on Plant Growth. In: Sustainable Forest Management Sustainable Forest Management. 1. vyd. 1. Croatia: InTech Open Access, 2012. s. 1--18. ISBN 979-953-307-136-6.
- Gletter R. – Lammer H. (2005): „Scheitholzfeuerungen“ Beratungshandbuch. 8/2005 der Regionalenergie Steiermark
- Grečenko, A. (1963): Kolové a pásové traktory. SZN Praha
- Hakkila, P. (1992): Forest chips as fuel for heating plants in Finland. Folia Forestalia, č. 586,

- Hartmann, H. (2003): Handbuch – Bioenergie – Kleinanlagen. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow
- Havlíček, J. a kol. (1989) Provozní spolehlivost strojů. Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 610 s. ISBN 80-209-0029-2
- Horek, P. a kol. (1991): Lesní lanovky. Křtiny
- Hubač, K. (1973): Sortimentáčné tabuľky pre ihličnaté dreviny, Príroda Bratislava
- Chovanec, D. (1992): Thermal degradation of wood. Wood Burning 92, Zvolen
- Hruška, J. – Oulehle, F. (2009): Diferenciace lesů ČR z pohledu možného dotčení půdního chemizmu v závislosti na intenzitě odběru lesních těžebních zbytků pro energetické účely. čj. 30688/ENV/2009, 2006/610/2009, Česká geologická služba
- Ilavský, J. - Šimko, J. (1988): Splynovanie dreva a využitie drevoplynu na pohon spalovacieho motora. VÚLH Zvolen
- Ilavský, J. - Oravec, M. - Majer, E.(1991): Briketovanie drevného odpadu. Štúdia LVÚ Zvolen
- Jasenský, L. (1987): Lanové systémy v sústred'ování dreva. Bratislava
- Jirjis, R. - Lehtikangas, P. (1993): Fuel quality and dry matter loss during storage of logging residues in a windrow. Swedish University of Agricultural Sciences, Report No. 236
- Joachim, H. F. (1991): Hybridaspfen - schnellwüchsige, leistungsfähige und vielseitig einsetzbare Baumarten. IFE – Berichte aus Forschung und Entwicklung. Institut für Forstwissenschaften Eberswalde
- Jonas, A. (2004): Hackgut und Pelletsrekord. Holzkurier, Heft 20
- Jurča, V. (2004) Informační systémy v oblasti údržby. Učební text pro vzdělávací program ČSPÚ „Manažer údržby“. 64 s.
- Jurča, V. a Hladík, T. (2006) Maintenance Data Evaluation. Exploatacja i niezawodnosc. Č. 3/2006. Polish Maintenance Society. Warsaw. ISSN 1507 – 2711.
- Kalivoda, V. (1993): Tepelný rozklad dřeva - možnost zhodnocení méně kvalitní suroviny. Lesnická práce, č. 7
- Kerestesi, B. (1988): Growing black locust (*Robinia pseudoacacia*) in short rotation. in: Hungarian Agricultural Review č. 3
- Klíma, J. a kol. (1982): Lesář – dřevorubec. SZN Praha
- Klír, J. (1981): Vady dřeva. Praha
- Kocman, J. – Neterda, K. (1980): Efektivnost výroby lesní štěpky podle výchozí suroviny. Podkladová zpráva VÚLHM
- Kočí, B. (1991): Technologie pozemních staveb I, VUT Brno
- Kohán, Š. et al. (1981): Intenzívne spôsoby pestovania topoľov na Slovensku.
- Kolektiv (2002): Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice. Společenství vydavatelů, Praha – Hradec Králové.
- Kolektiv (1992): Příručka pro majitele lesa. Praha
- Kolektiv (2005): Seilarbeit im Forstbetrieb. Bundesverband der Unfallkassen, München,
- Kolektiv (2009): Pěstování a využití biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely. Pracovní metodika pro privátní poradce v lesnictví. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs n.L.
- Kolektiv (2009): Analýza a výsledná kvantifikace využitelné lesní biomasy s důrazem na těžební zbytky pro energetické účely, při zohlednění rizik vyplývajících z dopadů na půdu, koloběh živin a biologickou rozmanitost. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs n.L.
- Kostroň, L. a kol. (1971): Lesní těžba a dopravnictví. Praha
- Krešl, J. (1980): Technické meliorace. VŠZ Brno
- Ladomerský, J. – Dzurenda, L. – Pajčík, J. – Longauer, J. (1993): Spaľovanie drevného odpadu z ekologického a energetického hľadiska. TÚ Zvolen

- Legát, V., a kol. (2007) Systémy managementu jakosti a spolehlivosti v údržbě. Česká společnost pro jakost. 192 s. ISBN 978-80-02-01979-7
- Legát, V., a kol. (2008) Jakost, spolehlivost a obnova strojů. (Učební texty) ČZU, Praha, CD, ISBN 80-813-1514-8
- Lukáč, T. a kol. (2001): Lanovky v lesnictví. Zvolen
- Löffler, H. (1986): Bodenschäden bei der Holzernte, Ursachen, Folgen, Vorbeugung. Holz-Zentralblatt, Nr. 149, s. 2190-2192
- Lysý, F. (1964): Dřevo a jeho vlastnosti. Praha
- Malimánek, M. (1990): Zpracování pařezového a kořenového dřeva drcením. Studie VÚLHM
- Marutzky, R. – Seeger, K. (1999): Energie aus Holz und anderer Biomasse. DRW-Verlag
- Matthies, D. (1998): Möglichkeiten und Grenzen für die Definition einer ökologischen vertredlichen Befahrbarkeit KWF Workshop, Forsttechnische Informationen, Nr 3, s. 29 -36
- Mattsson, J. (1992): Selection of systém for district heating plant in Hedemora - a many-sided illumination.
- Sveriges Lantbruksuniversitet Rapport nr 190
- Meng, W. (1978): Baumverletzungen durch Transportvorgänge bei der Holzernte. Stuttgart
- Messingerová, V. (2001): Lesné dopravníctvo. Návody do cvičenia. TU Zvolen
- Mikleš, M. (1999): Teória mobilných strojov. TU Zvolen
- Mottl, J, Štěrba, S. (1988): Metodické pokyny pro pěstování osiky. Lesnický průvodce 1/1988, VÚLHM Jíloviště-Strnady
- Moudrý, J. a kol. (1980): Práce v komplexních četách. Praha
- Nadezhdina, N. – Prax, A. – Čermák, J. – Nadyezhdin, V. – Ulrich, R. – Neruda, J. – Schlaghamersky, A. (2012): Spruce roots under heavy machinery loading in two different soil types. Forest Ecology and Management. 2012. sv. 282, č. October, s. 46--52. ISSN 0378-1127.
- Nejedlý, J. (1946): Vrbařství z praxe pro praxi. MZe ČSR, Praha
- Němec, J. (1959): Technická příručka lesnická. SZN Praha
- Neruda, J. a kol. (2019): Rozbor parametrů hybridního pohonu podvozku vyvážecího traktorového přívěsu. In *Mobilné energetické prostriedky - Hydraulika - Životné prostredie - Ergonómia mobilných strojov: vedecký recenzovaný zborník 2019*. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, s. 215--224. ISBN 978-80-228-3168-0.
- Neruda, J. (1989) Přesný výsev v lesních školkách. *Zprávy les. výzk.*, č. 1, 1989, s. 17 - 21.
- Neruda, J. (1989) Technology of precision sowing in forest tree nurseries. *Comm. Inst. For. Čech.*, 1989, č. 16, s. 43 - 55. ISSN 0139-5807.
- Neruda, J. (1995): Technika pěstební výroby. MZLU v Brně, 114 s.
- Neruda, J. (1999): Technika pro produkci a výsadbu velkého sadebního materiálu lesních dřevin. *Journal of Forest Science (dříve Lesnictví)*, 1999, roč. 45, č.1, s. 2 - 15. ISSN 0024-1105
- Neruda, J. – Švenda, A. (2001): Malé technologie v lesním hospodářství. Výukový CD ROM. MZLU Brno
- Neruda, J. – Valenta J. (2004): Determinace poškozování lesních porostů těžebními technologiemi. Monografie. MZLU v Brně, Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis
- 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
- Neruda, J. a kol. (2005): Metody pro zlepšení determinace poškození kořenů stromů ve smrkových porostech vyvážecími traktory. I. Výběr a ověření metod. Monografie. Folia Universitas agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis. MZLU v Brně
- Neruda, J. – Černý, Z. (2006): Motorová pila a křovinořez. ÚZPI Praha

- Neruda, J. – Walczyk, J. (2009): Progresivní směry technického rozvoje v lesních školkách. In FOLTÁNEK, V. Novinky v nabídkách mechanizačních prostředků k využití ve školkách. 1. vyd. Brno: Sdružení lesních školkařů ČR, 2009, s. 7-23. ISBN 978-80-7399-849-3.
- Neruda, J. – Ulrich, R. – Vavříček, D. – Nevřkla, P. (2011): Interakce prostředí a parametrů strojů při optimalizaci technologických postupů lesní těžby. In: SKOUPÝ, A. Multikriteriální hodnocení technologií pro soustředování dříví. 1. vyd. Praha: Lesnická práce, s.r.o., 2011. s. 1--19. ISBN 978-80-7458-016-1.
- Neruda, J. – Ulrich, R. – Vavříček, D. – Nevřkla, P. – Fiřo, P. – Kadlec, J. – Pohořalý, J. – Šedivý, V. – Skoupý, A. – Klvač, R. (2012): Analýza parametrů a souvisejících faktorů provozu výrobních technologií. In: KULHAVÝ, J. -- MENŠÍK, L. Les a dřevo : podpora funkčně integrovaného lesního hospodářství a využívání dřeva jako obnovitelné suroviny : významné výsledky institucionálního výzkumu Lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy univerzity v Brně v období 2005-2011. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012. s. 262--268. ISBN 978-80-7375-608-6.
- Neruda, J. – Vavříček, D. – Ulrich, R. – Janeček, A. (2011): Interakce stanoviště a těžebně dopravních strojů. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. 91 s. 1. ISBN 978-80-7375-573-7.
- Nierat, M. J. M. (1971): Le bois de feu et le charbon de bois au service du chauffage domestique. Cahiers du Centre Technique du Bois, No. 16, Paris
- Novák, L. (1982): Technologie těžby prořezávkového materiálu. VÚLHM, Závěrečná zpráva výzkumu
- Novák, L. (1985): Výroba lesních štěpek z prořezávkového dříví na odvozním místě. Zprávy lesnického výzkumu č. 4/1985
- Pacas, B. (1986): Teorie stavebních strojů, SNTL Praha
- Palz, W. – Chartier, P. (1980): Energy from Biomass in Europe. Applied Science Publishers, London
- Pelkonen, P. – Hakkila, P. – Karjalainen, T. – Schlamadinger, B. (2001): Woody Biomass as an Energy Source – Challenges in Europe. EFI Proceedings No. 39, 171 s., ISBN 952-9844-87-5, ISSN 1237-8801
- Pelkonen, P. et all. (2001): Woody Biomass as an Energy Source – Challenges in Europe. EFI Proceedings No. 39
- Pernis, P. (2005): Lesnické traktory a jejich bezpečnost I a II. Forest Magazin, Praha, č. 1
- Petr, J. – Bartoš, Z. (1995): Lanová dopravní zařízení. Brno
- Petříček, V. a kol. (1984): Mechanizační prostředky v lesnictví. SZN Praha
- Pohořalý, J. – Neruda, J. – Kleibl, M. – Hubálková, I. (2012): Soil bearing capacity detection according to changing humidity as a damage prevention caused by forest machinery movement. In VII Krakowska Konferencja Młodych Uczonych. 1. vyd. Krakow: Grupa Naukowa Pro Futuro, 2012, s. 219. ISBN 978-83-62218-64-6.
- Pošta, J. (2002): Provozní schopnost strojů. (Učební texty), ČZU, Praha, 95 s., ISBN 80-213-0966-0
- Rada, O. (1988): Práce s motorovou pilou. SZN Praha
- Rada, O.: (1993): Výroba palivového dříví a topení dřevem. MZe ČR
- Radvan, J. (1995): Soustředování dříví koňmi. Praha
- Reisinger, K. – Höldrich, A. – Hartman, H. (2010): Umrechnungsfaktoren verschiedener Raummaße für Scheitholz. in: Energie Pflanzen (XIV.) No. 2
- Rónay, E. – Dejmal, J. (1991): Lesná ťažba. Bratislava
- Rónay, E. – Bumerl, M. (1982): Doprava dreva. Bratislava
- Rousek, M. (1996): Tekutinové mechanismy a vzduchotechnika. MZLU Brno
- Schlaghamerský, A. – Roško, P. (1964): Lesní vývozní lanovky. Praha
- Simanov, V. - Tycová, J. (1988): Ekonomické aspekty energetického využití lesní štěpky. Zprávy lesnického výzkumu, č. 2
- Simanov, V. – Tycová, J. (1988): Příspěvek k posouzení nejvhodnější lokality štěpkování. Lesnictví, č. 4

- Simanov, V. (1993): Dříví jako energetická surovina. Agrospoj Praha
- Simanov, V. - Kohout, V. (1993): Asanace erozní rýhy. Výukové video, AVC VŠZ v Brně, 10,0 min.
- Simanov, V. - Kohout, V. (1993): Doprava dříví vrtulníky. Výukové video, AVC VŠZ v Brně, 17,5 min.
- Simanov, V. a kol. (1993): Přidružená lesní výroba. Učební text VŠZ LF v Brně
- Simanov, V. (1995): Energetické využívání dříví. Terrapolis, Olomouc
- Simanov, V. (2002): Metodika pro určení využitelného energetického potenciálu dřevního odpadu v lesích v Jihomoravském kraji. Krajská energetická agentura Brno
- Simanov, V. (2001): Vodní doprava dříví. Výukové video, AVC MZLU v Brně, 17,0 min.
- Simanov, V. – Kohout, V. (2004): Těžba a doprava dříví. Písek
- Skoupý, A. (1990): Návrh optimalizovaného systému péče o lesní techniku. (Výzkumná zpráva úkolu č. VI-6-/06-06). Vysoká škola zemědělská v Brně, 65 s.
- Stanovský, M. (1990): Mechanizácia výchovy a výroby dreva v predrubných porastoch. Lesnícke informácie. Príroda Bratislava
- Šarman, J. (1984): Zásoba a dynamika energie v opadu smrkového porostu. Acta Univ. Agricult., Brno, č. 1-4
- Škapa, M. a kol. (1987): Lesní těžba. Praha
- Štaud, V. a kol. (1963): Technologická typizace a příprava pracovišť na úseku soustředování dříví. Praha
- Štaud, V. a kol. (1983): Umělá obnova lesa. Technika a technologie. SZN Praha
- Štollmann, V. – Koska, P. (2001): Lesnícke mechanizačné prostriedky. Návod na cvičenia. TU Zvolen
- Štollmann, V. – Mikleš, M. (2001): Lesnícke mechanizačné prostriedky. TU Zvolen
- Švenda, A. a kol. (1983): Technologie a příprava výroby dříví v lesním hospodářství ČSR. Praha
- Tlapák, V. – Filip, J. (1986): Stroje pro zemní a meliorační práce. VŠZ Brno
- Tomášek, L. (2003): Pracovní postupy a zásady bezpečné práce při lesnických činnostech. LČR s.p., Hradec Králové
- Ulrich, R. (1989): Stroje a technologie pro těžební výrobu. VŠZ v Brně
- Ulrich, R. a kol. (2002): Použití harvesterové technologie v probírkách. MZLU v Brně
- Ulrich, R. a kol. (2006): Možnosti uplatnění sortimentních technologií ve správě LČR s.p. LČR s.p. Hradec Králové – MZLU v Brně
- Ulrich, R. – Vavříček, D. (2013). Certifikovaná metodika ukazatelů a systému technologických postupů v rámci těžební činnosti a udržitelného využívání lesních ekosystémů. Osvědčení č. 49166/2013-MZE-16222/M66. MZe ČR, 45s.
- Ústav pro hospodářskou úpravu lesů. (2009): Pěstování a využití biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely. Pracovní metodika pro privátní poradce v lesnictví
- Ústav pro hospodářskou úpravu lesů. (2009): Analýza a výsledná kvantifikace využitelné lesní biomasy s důrazem na těžební zbytky pro energetické účely, při zohlednění rizik vyplývajících z dopadů na půdu, koloběh živin a biologickou rozmanitost.
- Valíček, P. a kol. (2002): Užité rostliny tropů a subtropů. Academia Praha.
- Vávra, I. – Čulík, M. (1980): Mechanizace a provádění staveb. ČVUT Praha
- Vicena, J. (1964): Ochrana proti polomům. Praha
- Vereš, K. (1988): Mykotoxiny - nový civilizační faktor? Vesmír
- Viglasky, J. (1992): Waste Wood Burning. in: Wood Burning 92. Zvolen
- Vincent, G. (1946): Topoly - dřeviny budoucnosti. Brno
- Vincent, G., Špalek, V. (1954): Topoly, jejich pěstování a dřevní produkce. SZN Praha

- Vylíčilová, M. (1991): Pěstování, sklizeň a úprava proutí. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha
- Vyskot, M. (1980): Bilance biomasy hlavních lesních dřevin. Lesnictví 26, č. 10
- White, L. P. – Plaskett, L. G. (1981): Biomass as Fuel. Academic Press London
- Wiesik, J. (1990): Maszyny lesne I a II. Wydawnictwo SGGW-AR Warszawa.
- Zemánek, P. – Burg, P. (2005): Speciální mechanizace – mechanizační prostředky pro zakládání a údržbu okrasných porostů. Mendelova univerzita v Brně, 169 st., ISBN 80-7157-919-X

Technické a právní předpisy jmenované v textu, firemní literatura, informace na Internetu.

**OBSAH DRUHÉHO DÍLU**

<b>14.</b>	<b>DOPRAVA V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ</b>	3
14.1.	Systematika dopravy v lesním hospodářství	3
14.2.	Lesní dopravní síť	4
14.3.	Funkční úrovně lesní dopravní sítě	5
14.4.	Hlavní zásady zpřístupňování porostů	5
14.5.	Technologická příprava porostů	9
<b>15.</b>	<b>SOUSTŘEĐOVÁNÍ DŘÍVÍ POZEMNÍ</b>	13
15.1.	Systematika soustřeďování dříví	13
15.2.	Terminologie v soustřeďování dříví	13
15.3.	Manuální soustřeďování dříví	14
15.4.	Gravitační soustřeďování dříví	14
15.5.	Animální soustřeďování dříví	16
15.6.	Mechanizované pozemní soustřeďování dříví	29
15.6.1.	Lana, řetězy a úvazky v lesním hospodářství	30
15.6.2.	Dálkové ovládání lesnické techniky	38
15.6.3.	Malé mechanizační prostředky pro soustřeďování dříví	42
15.6.4.	Traktory a tahače pro úvazkové soustřeďování dříví	47
15.6.5.	Stroje pro bezúvazkové soustřeďování dříví vlečením	58
15.6.6.	Stroje pro vyvážení dříví	60
15.6.7.	Kombinované pozemní soustřeďování dříví	68
<b>16.</b>	<b>SOUSTŘEĐOVÁNÍ DŘÍVÍ LANOVÝMI DOPRAVNÍMI ZAŘÍZENÍMI</b>	70
16.1.	Technický vývoj lanových dopravních zařízení	71
16.2.	Terminologie lanových dopravních zařízení	72
16.3.	Systematika lanových dopravních zařízení	82
16.4.	Hlavní části lanových dopravních zařízení	91
16.5.	Technika práce při soustřeďování dříví LDZ	92
16.6.	Projektování LDZ	100
16.6.1.	Vynesení podélného profilu	102
16.6.2.	Vložení návrhu nivelety lana	103
16.6.3.	Výpočet zvýšeného napětí pod břemenem ( $S_Q$ )	106
16.6.4.	Určení $f_{max}$ (max. průhyb nosného lana)	109
16.6.5.	Grafické znázornění dráhy nákladu po nosném laně	111
16.6.6.	Výpočet $Q_{max}$ a $S_m$ u jednopoločných lanovek	111
16.6.7.	Zjištění úhlu lomu nosného lana na podpěrných botkách	113
16.6.8.	Zjištění síly působící na podpěrnou botku nosného lana	114
16.6.9.	Zjištění síly působící na podpěrné stromy	116
16.6.10.	Zjištění pevnosti podpěrných stromů	118
16.6.11.	Zjištění pevnosti kotvení	120
16.6.12.	Shrnutí problematiky projektování lanových dopravních zařízení	121
16.7.	Lanová dopravní zařízení soudobé tuzemské produkce	121
16.8.	Lana, řetězy a úvazky v lesním hospodářství	125
<b>17.</b>	<b>SOUSTŘEĐOVÁNÍ DŘÍVÍ VRTULNÍKY</b>	134
17.1.	Historie, současnost a budoucnost soustřeďování dříví vrtulníky	134
17.2.	Technika práce při soustřeďování dříví vrtulníky	135
<b>18.</b>	<b>VÝJIMEČNÉ ZPŮSOBY SOUSTŘEĐOVÁNÍ DŘÍVÍ</b>	139
<b>19.</b>	<b>ODVOZ DŘÍVÍ</b>	144
19.1.	Vodní doprava dříví	145
19.1.1.	Systematika vodní dopravy dříví	145
19.1.2.	Zásady pro volné plavení dříví	146
19.1.3.	Plavení dříví ve vorech a rámech	146
19.1.4.	Lodní doprava dříví po řekách	147



19.1.5.	Překážky na vodních cestách	147
19.1.6.	Technické památky dopravy dříví po vodě	148
19.2.	Železniční doprava	149
19.2.1.	Lesní železnice	149
19.2.2.	Veřejné železnice	150
19.2.3.	Železniční nákladní vagóny	151
19.2.4.	Nakládání, ložení a expedice vagónů	153
19.2.5.	Vlečka a manipulační kolej	155
19.3.	Technologie odvozu dříví automobily	155
19.3.1.	Systematika prostředků pro odvoz dříví po komunikacích	156
19.3.2.	Terminologie v konstrukci silničních vozidel a odvozu dříví	157
19.3.3.	Nakládání dříví na odvozní prostředky	160
19.3.4.	Ekonomika odvozu dříví	164
19.3.5.	Přepavní systémy	165
19.4.	Informační systémy	168
19.5.	Mezinárodní úmluvy, dodací podmínky	169
19.6.	Legislativní omezení silniční dopravy dříví	171
19.7.	Přehled legislativních předpisů ovlivňujících dopravu dříví	172
<b>20.</b>	<b>SKLADY DŘÍVÍ</b>	176
20.1.	Členění skladů dříví podle jejich umístění	176
20.2.	Členění skladů dříví podle jejich roční kapacity, dřevin a hmotnatosti kmenů	178
20.3.	Vybavení skladů dříví	178
20.4.	Ekonomika skladů dříví	185
20.5.	Ochrana dříví v průběhu jeho skladování	186
<b>21.</b>	<b>PRECIZNÍ LESNICTVÍ</b>	190
21.1.	Formulace precizního lesnictví	190
21.2.	Příklady aplikace principů precizního lesnictví	192
21.2.1.	Virtuální les	192
21.2.2.	Volba vhodného zpřístupnění porostního nitra	192
21.2.3.	Volba vhodné technologie soustředování dříví	192
21.3.	Principy přesného lesnictví v současné provozní praxi českého lesního hospodářství	194
<b>22.</b>	<b>TĚŽEBNÍ A DOPRAVNÍ TECHNOLOGIE V ROZVOJOVÝCH ZEMÍCH</b>	197
22.1.	Problematika lesnictví v zemích třetího světa	197
22.2.	Rozvojová spolupráce	198
22.3.	Podíl užitkového dříví a paliva	199
22.4.	Původní lesy a plantáže	200
22.5.	Agrolesnické systémy	202
22.6.	Zvláštnosti lesnických aktivit v rozvojových zemích	202
22.7.	Non Wood Products	208
<b>23.</b>	<b>ENERGETICKÉ VYUŽITÍ DŘEVA</b>	214
23.1.	Obnovitelné zdroje energií	215
23.2.	Možné zdroje biomasy pro energetické využití a jejich charakteristika	215
23.3.	Legislativa vztahující se k energetickému využívání biomasy	216
23.4.	Jednotky a přepočty užívané v energetickém využívání dřeva	218
23.5.	Charakteristika spalovacího procesu dřeva	222
23.6.	Výhřevnost dřeva	223
23.7.	Vliv vlhkosti na výhřevnost dříví	225
23.8.	Obsah popelovin	227
23.9.	Potřeba skladovacích prostor a kalkulace roční spotřeby paliv	228
23.10.	Vytápění dřívím, topeniště pro spalování dřeva	228
23.10.1.	Topeniště na kusové dříví	229
23.10.2.	Topeniště na štěpky	230
23.10.3.	Provoz topenišť	231

23.11.	Technika a technologie pro úpravu a transport dříví před jeho energetickým využitím	232
23.11.1.	Dobývání pařezů	232
23.11.2.	Využití kůry pro energetické účely	233
23.11.3.	Využití odpadů vznikajících při zpracování kulatiny	233
23.11.4.	Využitelnost lesních těžebních zbytků	234
23.11.5.	Využití hmoty z výchovných a předmýtních těžeb	236
23.11.6.	Využití dříví z imisních a kalamitních těžeb	236
23.11.7.	Dřevěné výrobky po ukončení životnosti	236
23.12.	Zpracování dendromasy k energetickým účelům	237
23.12.1.	Těžba lesní biomasy	237
23.12.2.	Balíkování (paketování) těžebního odpadu	237
23.12.3.	Vyvážení dendromasy	238
23.12.4.	Úprava surové dendromasy	239
23.12.5.	Třídění (separace) štěpky	243
23.12.6.	Odvoz štěpky a jiných forem dendromasy	244
23.12.7.	Skladování štěpky	244
23.12.8.	Velkovýrobní technologie štěpkování	245
23.12.9.	Malovýrobní technologie štěpkování	245
23.13.	Ekonomické aspekty výběru technologií štěpkování	246
23.14.	Rizika odnámání dendromasy z lesních ekosystémů	247
23.15.	Kvantifikace dendromasy k energetickému využití	248
23.16.	Kapacitní a ekonomické kalkulace	250
23.17.	Biogenní paliva	252
23.18.	Energetické lesy	253
23.19.	Energetické využití pevných domovních odpadů	254
23.20.	Pěstování intenzivních lesních kultur	254
<b>24.</b>	<b>PŘIDRUŽENÁ LESNÍ TĚŽBA A PŘIDRUŽENÁ LESNÍ VÝROBA</b>	<b>257</b>
24.1.	Přidružená lesní těžba	257
24.1.1.	Těžba tříslové kůry	257
24.1.2.	Těžba pryskyřice	258
24.1.3.	Těžba březové mízy	259
24.1.4.	Sběr léčivých rostlin	260
24.1.5.	Sběr a kultivace jedlých hub	261
24.1.6.	Sběr lesních plodů	262
24.1.7.	Těžba březového proutí	262
24.1.8.	Produkce vánočních stromků	263
24.1.9.	Těžba vrbového proutí	263
24.1.10.	Těžba klestu	265
24.1.11.	Těžba čalounické trávy	265
24.1.12.	Těžba pařezů a kořenů	266
24.1.13.	Sběr ozdobných rostlin	266
24.1.14.	Získávání lýka	266
24.1.15.	Těžba rákosu	266
24.1.16.	Těžba kamene, šterku, písku a rašeliny	266
24.1.17.	Ostatní přidružená lesní těžba	266
24.2.	Přidružená lesní výroba	267
24.2.1.	Výroba dřevěného uhlí	267
24.2.2.	Výroba kůrorašelinových substrátů	268
24.2.3.	Výroba biobriget a pelet	268
24.2.4.	Výroba vitaminové moučky z jehličí	269
24.2.5.	Získávání silic	269
24.2.6.	Výroba chlorofylové pasty	269
24.2.7.	Včelařství	270

24.2.8.	Rybářství	270
24.2.9.	Chov kožešinových zvířat	270
24.2.10.	Farmové chovy zvěře	270
24.2.11.	Produkce ozdobných dřevin	270
24.2.12.	Zemědělská výroba	271
24.2.13.	Drobná lesní výroba	271
24.2.14.	Přidružená dřevařská výroba	271
<b>25.</b>	<b>TECHNIKA PRO ZEMNÍ PRÁCE</b>	<b>272</b>
25.1.	Mechanizace zemních prací, její význam a základní znaky	272
25.1.1.	Význam mechanizace zemních prací	272
25.1.2.	Odborné termíny zemních prací	272
25.1.3.	Základní požadavky na provádění zemních prací	273
25.1.4.	Příprava zemních prací	274
25.2.	Rozpojování hornin	274
25.3.	Stroje pro zemní práce	277
25.4.	Výkonnost strojů pro zemní práce	283
<b>26.</b>	<b>PROVOZNÍ SPOLEHLIVOST LESNICKÝCH STROJŮ</b>	<b>285</b>
26.1.	Základní pojmy z oblasti jakosti a spolehlivosti	285
26.2.	Jakost v základních pojmech	287
26.3.	Základní charakteristiky provozní spolehlivosti	288
26.4.	Vybrané nástroje sledování jakosti a provozní spolehlivosti	289
26.5.	Výpočet ukazatelů spolehlivosti	290
26.6.	Základní modely spolehlivosti	292
26.7.	Výpočty ukazatelů bezporuchovosti (životnosti) neopravovaných objektů	294
26.8.	Výběr charakteristik pro sledování spolehlivosti vyvážecího stroje a harvestoru	308
26.9.	Sledování funkčního modelu či prototypu vyvážecího stroje nebo harvestoru	310
<b>27.</b>	<b>POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA</b>	<b>314</b>

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

Název: **Technika a technologie v lesnictví. Díl druhý.**

Vydala: Mendelova univerzita v Brně

Tisk: netisknuto, jen elektronická verze

Rok vydání: 2022

Počet stran: 324

Vydáno bez jazykové úpravy.  
Třetí, aktualizované vydání.

ISBN 978-80-7509-192-5 (díl druhý)  
ISBN 978-80-7509-193-2 (oba díly)