



Užívání k přírodě šetrných technologií při hospodaření v lesích

Obsah

1 ÚVOD	2
2 VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ	4
2.1 LESNICKÁ TYPOLOGIE	4
2.2 OBLASTNÍ PLÁNY ROZVOJE LESŮ - OPRL	6
2.3 KATEGORIZACE LESŮ	6
2.4 RÁMCOVÉ SMĚRNICE HOSPODAŘENÍ - RSH.....	8
2.5 TERÉNNÍ KLASIFIKACE A TECHNOLOGICKÁ TYPIZACE.....	9
2.5.1 Terénní klasifikace Lesprojekt 1980	9
2.5.2 Terénní klasifikace Macků, Popelka, Šimanov 1992.....	10
3 STRUČNÝ PŘEHLED TĚŽEBNĚ DOPRAVNÍCH TECHNOLOGIÍ	11
4 TĚŽEBNĚ-DOPRAVNÍ TECHNOLOGIE „ŠETRNÉ K PŘÍRODĚ“	13
4.1 POJEM “	

1 Úvod

Obhospodařování lesů v minulosti představovalo jakýsi výběrný princip, ale vysloveně neuspořádaný, zpravidla zaměřený exploatačně, zpětně dnes označovaný jako hospodářství toulavé. V tehdy ještě existujících pralesích převládal výběr stromů k těžbě „dle potřeby“, s minimálním nebo vůbec žádným ohledem na porostní obnovu.

Historie hospodaření v lesích sahá do dob Tereziánského patentu z roku 1754. Následovalo dlouhé období od spravování lesů, které byly součástí šlechtických majetků, přes jejich zestátnění po 2. světové válce a vznik lesních závodů jako státních organizací, až po transformaci lesů v roce 1992 a vznik akciových společností.

Dle dostupných historických pramenů byla **obnova lesů koncem 18. století** prováděna trojím způsobem:

- maloplošnými pasekami

rozloha ročních pasek nebyla velká, průměrně kolem 1 jitra (asi 0,5 ha) a další paseky se dělaly v sousedství po 2 - 5 letech. V mýcených porostech se však obvykle už nacházely nárosty.

- clonnou sečí

zásadou clonné seče bylo nejprve porosty prosvětlit tak, aby se semena mohla zachytit ve vlhkém mechu ve stínu. Až se dostavil nálet a nárost dosáhl výšky $\frac{1}{4}$ až $\frac{1}{2}$ lokte (asi 20 až 40 cm) bylo „velké dříví“ za sněhu smýceno a vyklizeno.

- okrajovou sečí

při tomto způsobu obnovy se „bral“ úzký pruh, asi 6 nebo 8 sáhů (10 – 15 m) široký, avšak dlouhý. Na něm se ponechaly semenáče a jakmile se objevil nálet, odebral se opět takový úzký pruh. Z toho důvodu mladý nárost navazoval na sebe stupňovitě a dobře se mu dařilo. Směr obnovy byl od severu k jihu, v menší míře od východu k západu.

Holiny a trávou zarostlé plochy v lesích nebylo nutno zalesňovat uměle. S lesní kulturou se započalo kolem roku 1770. Používala se plnosíje, pomístná síje a síje do brázd. Sadba se začala používat později. Nejprve to vlastně bylo přesazování sazenic se zemí z hustých sítí nebo náletů na prázdná místa, které se provádělo na jaře a na podzim. Je zajímavé, že již v té době byla známá sadba sazečem.

V 19. století se přešlo k velkoplošnému holosečnému hospodářství. Ve druhé polovině století neměly být roční paseky menší než 1 ha a větší než 3 ha. Holoseče se výhradně zalesňovaly smrkem, z počátku též borovicí s ohledem na již existující smrkový nálet. V hospodářských lesích měla velký význam umělá obnova – trvalé školky. Poměrně brzy se započalo s odvodňováním zamokřených lesních půd.

Odlišná etapa pěstění lesa nastala ve 20. století (v letech 1910 - 1920), kdy se upustilo od obnovy výhradně na holosecích a počala se věnovat větší pozornost přirozené obnově a to i ve smrkových porostech. Bukové a smíšené porosty obhospodařované clonnou sečí se oplocovaly proti zvěři, takže obnovy byly většinou úspěšné. Ve zmlazovaných bukových porostech byla podsévána též jedle. Na začátku století se zalesňovalo většinou 3 - letým školkovaným smrkem, vzácněji 4 - letým. Podle okolností se též používaly „balíkové“ sazenice a při vylepšování kultur se měl přimísit modřín. První probírky se měly provést ve druhé věkové třídě. Další probírky se předepisovalo dělat mírně a častěji.

Pro zabezpečení trvale udržitelného lesního hospodářství bylo v minulém období vyvinuto značné úsilí, především na mezinárodním poli. Výsledkem tohoto snažení, které reaguje na problémy soudobého lesnictví, je mezinárodně koordinovaná tvorba národních lesnických programů.

Národní lesnický program ČR je programem komplexním a mezirezortním, reagujícím na měnící se potřeby rozvoje odvětví lesního hospodářství a zdůrazňujícím významné místo lesů v životním prostředí. Tento současně lesnický nejdůležitější programový dokument tak svým obsahem do určité míry vyjadřuje postavení lesního hospodářství v naší společnosti.

Stále častěji se diskutuje o sociálním přínosu lesů, neboť hospodaření v lesích umožňuje vytváření nových pracovních míst a tvorbu příjmu hlavně u venkovského obyvatelstva. Plocha lesů se v průběhu více než posledních sto let stále zvětšuje.

Pojem „**přírodě blízké obhospodařování lesa**“

Obhospodařování lesa přírodě blízkým způsobem předpokládá respektovat biologické a ekologické nároky dřevin, využívat přirozené růstové procesy odpovídající přírodní dynamice vývoje ekosystému a vytvářet členitou prostorovou a věkovou strukturu včetně pestré biodiverzity, reprezentované výskytem zvláště chráněných nebo ohrožených druhů rostlin a živočichů.

Strategickým cílem přírodě blízkého obhospodařování lesa zůstává, ekonomicky usměrněná geobiocenóza. Přírodě blízké lesní hospodářství není specificky definovaným systémem s jednoznačně kategorizovaným obsahem.

Pojem „**šetrné obhospodařování lesa**“

Jedná se o široce pojatý problém zahrnující řadu pěstebně - ekologických a technicko - technologických opatření v obhospodařování lesa. A to ve využívání jak lesní půdy a mikroklimatu, tak lesního porostu samotného. Ke špičkovému způsobu šetrného využívání lesa patří především výběrný princip jeho obhospodařování. Tímto postupem se totiž nejlépe využívají samočinné růstové procesy jako tzv. biologická racionalizace minimalizující energetické a finanční vstupy a současně škody na stojících stromech, porostech a půdě způsobené těžebně - dopravními operacemi. Součástí šetrného obhospodařování lesa je však i řada dalších pěstebních opatření respektujících ekologické a genetické vlastnosti dřevin (zalesňování holin s využíváním přípravných porostů, plné hektarové počty sazenic, přirozená obnova atd.), ale i metody šetrné těžby a přibližování dřeva (např. lanovkami, harvestory apod.)

Jedním ze stěžejních cílů lesníků je tedy diferencované obhospodařování lesů a uplatnění přírodě blízkých způsobů ve všech vhodných podmínkách, bez ohledu na druh vlastnictví. Tyto snahy směřují k jejich přestavbě na ekologicky stabilní lesní ekosystémy, plnící optimálně všechny funkce společností na ně kladené, ať již produkční, ekologické, environmentální i sociální.

2 Vymezení základních pojmů

2.1 Lesnická typologie

Základní jednotkou diferenciace růstových podmínek je **lesní typ (LT)**. Lesní typ je soubor lesních fytocenóz původních i změněných a jejich vývojových stádií včetně prostředí, tedy geobiocenóz vývojově k sobě patřících (ZLATNÍK 1956). V praxi Ústavu pro hospodářskou úpravu lesa je lesní typ charakterizován půdními vlastnostmi, význačnou druhovou kombinací příslušné fytocenózy, výskytem v terénu a potencionální bonitou dřevin.

Pro označení se používají symboly odvozené z jednotného typologického systému, z něhož vychází i pojmenování lesního typu. Podle ekologické příbuznosti jsou pak lesní typy spojovány do souborů lesních typů (SLT).

Systém je znázorněn tzv. ekologickou sítí. V této síti jsou vymezeny soubory lesních typů (SLT) půdními (edafickými) kategoriemi ve směru horizontálním, které jsou označeny velkými písmeny abecedy (A – Z) a lesními vegetačními stupni ve směru vertikálním, které jsou označeny čísly (1– 9). Označení SLT např. 5B znamená bohatá jedlová bučina, přičemž 3. číslo v kódu lesního typu označuje nejčastější fytocenózu, tedy např. 5B1 bohatá jedlová bučina mařinková.

Lesní vegetační stupeň (LVS) je plošně převažující klimaxová geobiocenóza determinovaná vegetací včetně náhradních geobiocenóz v určitém území, podmíněná makroklimatem a mezoklimatem v podmínkách měnící se nadmořské výšky. Vegetační stupně jsou určeny diferenciačními druhy, které jsou na prvním místě stromovité, popř. křovité determinanty synuzie hlavní úrovně původních lesních a křovitých biocenóz a vůbec chthonofyty, reagující rozhodným způsobem na délku vegetační doby a na negativní jevy klimatu (ZLATNÍK 1976). To znamená, že LVS jsou determinovatelné především podle zastoupení a životních projevů dřevin. Pro vymezení a označení LVS je rozhodující dřevinná skladba vegetace na půdách v normálním hydrickém režimu, kdy vegetace využívá jen spadlé atmosférické srážky. Půda je propustná pro vodu a odjinud přiváděnou vodou není obohacována, ani není o vodu ochuzována. Nositeli vegetační stupňovitosti v ČR jsou dřeviny dub zimní (*Quercus petraea*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), jedle bělokorá (*Abies alba*), smrk obecný (*Picea abies*) a kleč horská (*Pinus mugo*), podle nichž byly jednotlivé LVS nazvány a to z důvodu jejich dominance v určitých stupních. V jednotlivých LVS se vyskytují i další druhy dřevin, jejichž výskyt a zastoupení pomáhá příslušný LVS identifikovat.

Vylišují se tyto LVS:

1. Dubový lesní vegetační stupeň
2. Bukodubový lesní vegetační stupeň
3. Dubobukový lesní vegetační stupeň
4. Bukový lesní vegetační stupeň
5. Jedlobukový lesní vegetační stupeň
6. Smrkobukový lesní vegetační stupeň
7. Bukosmrkový lesní vegetační stupeň
8. Smrkový lesní vegetační stupeň
9. Klečový lesní vegetační stupeň
0. Azonální vegetace – bory

Půdní (edafické) kategorie vycházejí z konkrétních vlastností půdního prostředí a jsou dány převládajícím půdním typem. Příbuzné půdní kategorie jsou sjednoceny do ekologických řad.

Vylišují se tyto ekologické řady:

Ekologická řada extrémní

Řada extrémní sdružuje stanoviště s kritickými podmínkami pro růst dřevin. Ty mají zakrslý nebo značně omezený vzrůst a patří do kategorie lesů ochranných.

Extrémní polohy představují skalnaté výchozy hornin a skalní města, sutě, skalnaté hřebeny, srázné svahy, dále pak klimaticky extrémní stanoviště. Obsahuje edafické kategorie (*X – xertermní*, *Z – zakrslá*, *Y – skeletovitá*).

Ekologická řada kyselá

Řada kyselá sdružuje stanoviště kyselých, živinami chudě až sotva průměrně zásobených půd. Půdy jsou většinou geneticky dobře vyvinuté, dobře provzdušněné. Obsahuje edafické kategorie (*M – chudá*, *K – kyselá*, *I – uléhavá*, *N – kamenitá kyselá*).

Ekologická řada živná

Řada živná sdružuje stanoviště živinami středně až bohatě zásobených půd. Půdy jsou většinou geneticky dobře vyvinuté, provzdušněné, kromě kategorie C většinou příznivě vlhké. Obsahuje edafické kategorie (*S – středně bohatá (svěží)*, *C – vysychavá*, *F – svahová (kamenitá svěží)*, *H – hlinitá*, *B – bohatá*, *W – vápencová*).

Ekologická řada obohacená humusem (javorová)

Řada obohacená humusem sdružuje stanoviště s půdami obohacovanými humusem, a to především ronem částic po svahu. Vyskytuje se na hřebenech, svazích i na plochých úpatích svahů. Obsahuje edafické kategorie (*D – hlinitá acerózní*, *A – kamenitá acerózní*, *J – suťová acerózní*).

Ekologická řada obohacená vodou (jasanová)

Základ řady tvoří stanoviště nivních půd, obohacovaných humusem. Vytvořily se na aluviálních uloženinách podél vodních toků nebo na úzkých aluviích a na ně navazujících, většinou kamenitých bázích svahů, obohacovaných shora humusem a vodou. Obsahuje edafické kategorie (*L – lužní*, *U – údolní*, *V – vlhká*).

Ekologická řada oglejená

Řada oglejená je vymezena především režimem půdní vody, který je charakterizován přechodným zamokřením povrchových vrstev půdy v jarním období a po deštích a vyschnutím a ztvrdnutím půdy v období sucha. Vyskytuje se na plošinách až velmi mírných svazích, mírných terénních pokleslinách. Obsahuje edafické kategorie (*O – oglejená středně bohatá*, *P – oglejená kyselá*, *Q – oglejená chudá*).

Ekologická řada glejová

Řada glejová je vymezena režimem půdní vody, pro který je charakteristické trvalé zamokření alespoň části půdního profilu podzemní vodou. Zaujímá většinou terénní poklesliny na plošinách a v pánvích a plochá dna údolí. Obsahuje edafické kategorie (*T – podmáčená chudá*, *G – podmáčená středně bohatá*).

Ekologická řada rašelinná

Samostatná řada zahrnující stanoviště rašeliníšť, kde rašelinná vrstva má mocnost alespoň 0,50 m. Dělí se na dvě větve. Obsahuje edafickou kategorii (*R – rašelinná*), která se dělí na středně bohatou (4R, 6R) a chudou (0R, 3R, 5R, 7R, 8R, 9R).

2.2 Oblastní plány rozvoje lesů - OPRL

OPRL jsou metodickým nástrojem státní lesnické politiky a doporučují zásady hospodaření v lesích. Oblastní plány stanovují pro příslušnou lesní oblast rámcové zásady hospodaření, které jsou podkladem pro oblastně diferencované uplatňování státní lesnické politiky a rámcovým doporučením pro zpracování lesních hospodářských plánů a lesních hospodářských osnov. Potenciál informací a dat zpracovaných v OPRL dává možnosti širokého využití v oblasti hodnocení, plánování a analyzování údajů o lesích ČR. Jedním z úkolů, které si OPRL kladou je minimalizace střetů veřejných a vlastnických zájmů v lesích.

Legislativní podklad mají OPRL v lesním zákoně č. 289/1995 Sb. (§ 23) a vyhlášce č. 83/1996 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. Oblastní plány se zpracovávají na období 20 let a průběžně jsou aktualizovány po bývalých LHC v závislosti na konci platnosti LHP. V rámci republiky je vymezeno 41 přírodních lesních oblastí.

Oblastní plán rozvoje lesů obsahuje:

- vymezení hranic a organizačně správní údaje;
- přírodní podmínky oblasti – charakteristika poměrů geomorfologických a hydrografických, klimatických, geologických a pedologických, biogeografických a zhodnocení a typizaci růstových podmínek (lesnická typologie);
- údaje o stavu lesa, historickém vývoji, dosavadním hospodaření a majetkových poměrech;
- funkce lesů - rámcové stanovení funkčního potenciálu, přehled funkcí a veřejných zájmů dle platné kategorizace lesů, jejich překryvy, výhledy, priority a střety zájmů;
- ochrana lesa – rozbor poškození lesů škodlivými činiteli (imise, biotičtí a abiotičtí činitelé), návrh dlouhodobých opatření ochrany lesa;
- dopravní zpřístupnění - rozbor současného stavu, výhledové zpřístupnění a **návrh limitujících těžebně - dopravních technologií**;
- základní hospodářská doporučení - hospodářské soubory a rámcové směrnice hospodaření;
- základní cíle a specifika hospodaření v oblasti – obnova a výchova lesních porostů, zalesňování a péče o kultury a nárosty, meliorace lesních půd a prostorová úprava.

Výstupem oblastních plánů rozvoje lesů je textová a mapová část. Textová část obsahuje grafické a tabulární přehledy a je členěna podle výše uvedené struktury. Mapy jsou vyhotoveny v analogové a digitální formě v souvislém zobrazení na podkladě státních mapových děl, zpravidla v měřítku 1: 10 000 až 1: 50 000.

Zpracovatelem OPRL je Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem. Oblastní plány jsou veřejně přístupné (mimo pozemků nezbytných pro potřeby obrany státu) na příslušném orgánu státní správy lesů a u právnických osob jím pověřených (např. ÚHÚL). Zpracovatelé LHP a LHO, projektanti, aj. si mohou pořizovat výpisy a opisy. Data OPRL poskytuje ÚHÚL podle Pravidel Ministerstva zemědělství pro přebírání a poskytování údajů schválených oblastních plánů rozvoje lesů, lesních hospodářských plánů a lesních hospodářských osnov ze dne 15.3.2005 vydané pod č.j. 9080/05-16000. Mapová část OPRL je rovněž veřejně přístupná na mapovém serveru ÚHÚL (na internetové adrese <http://www.uhul.cz/>).

2.3 Kategorizace lesů

Kategorizace lesů vychází z lesního zákona č. 289/1995 Sb., (§ 6 až 9). Podle zákona členíme lesy z pohledu převažující funkce do tří kategorií, a to na lesy ochranné, lesy zvláštního určení a lesy hospodářské. O zařazení lesů do příslušné kategorie rozhoduje orgán státní správy lesů na návrh vlastníka lesa nebo z vlastního podnětu. Prostorovou jednotkou pro vylišování kategorizace je porost.

Lesy ochranné (LO)

Lesy ochranné jsou lesy, jejichž funkční zaměření vyplývá z daných přírodních a klimatických podmínek, které také spoluurčují zvláštní způsob obhospodařování těchto lesů. Rozhodnutí o zařazení do lesů ochranných se provádí dle vylišených typologických jednotek (SLT), které v rámci porostu plošně

převažují. Pokud tomu tak není, ale přesto lze zastoupení hodnotit jako významné, je možné je vymezit v rámci lesa zvláštního určení. Příslušné SLT jsou uvedeny u jednotlivých subkategorií (vyhláška MZe č. 83/1996 Sb.).

a) lesy na mimořádně nepříznivých stanovištích

sutě, kamenná moře, prudké svahy, strže, nestabilizované náplavy a písky, rašeliniště, odvaly a výsypky, apod. Je to plošně nejvýznamnější subkategorie lesů ochranných, která je určena zejména extrémními podmínkami stanovišť, ale i devastující lidskou činností. Zastoupené SLT - 0-4X, 0-7Z, 0Y, 3-8Y, 0N (extr.), 0C (extr.), 0M (extr.), 0Q (extr.), 1J, 3J, 5J, 6L, 0R, 8R a 9R.

b) vysokohorské lesy pod hranicí stromové vegetace chránící níže položené lesy a lesy na exponovaných hřebenech

hlavním posláním těchto lesů je udržet, popř. zvýšit hranici hospodářských lesů ochranou níže položených hospodářských lesů před extrémními klimatickými vlivy. Zastoupené SLT - 8Z, 8N, 8F, 8A, 8M, 8K a 8S.

c) lesy v klečovém lesním vegetačním stupni

účelem ochrany je zachování porostů kosodřevin, které mají funkci půdoochrannou, hydrickou a protilavinovou. Zastoupené SLT - 9K a 9Z.

Lesy zvláštního určení (LZU)

Lesy zvláštního určení jsou lesy, které nejsou lesy ochrannými ani lesy hospodářskými. Jejich zvláštní poslání vyplývá ze specifických potřeb, kterými se řídí způsob hospodaření v těchto lesích. Obecně jde o lesy, s převažujícím společenským posláním sledujícím zlepšení životního prostředí, funkce zdravotní a rekreační, funkce ochrany přírody, krajiny a další. Podle § 8 (zák. č. 289/1995 Sb.) jsou rozděleny na LZU dle odstavce 1 a 2.

Podle odstavce 1 jsou níže uvedené lesy do kategorie LZU zařazeny „ze zákona“. To znamená, že od účinnosti lesního zákona jsou lesy zvláštního určení aniž by o tom musel orgán státní správy rozhodnout.

a) v pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů I. stupně

omezení hospodářské činnosti plyne z potřeb zajištění hygienické nezávadnosti podzemních a povrchových vod podle požadavků vodohospodářů a hygieniků.

b) v ochranných pásmech zdrojů přírodních léčivých a stolních minerálních vod

dle zákona č. 20/1960 Sb., o péči a zdraví lidu.

c) na území národních parků a národních přírodních rezervací

rozsáhlá území se značně zachovalými ekosystémy.

Podle odstavce 2 do kategorie LZU lze dále zařadit lesy, u kterých veřejný zájem na zlepšení a ochraně životního prostředí nebo jiný oprávněný zájem na plnění mimoprodukčních funkcí lesa je nadřazen funkcím produkčním.

a) v prvních zónách chráněných krajinných oblastí a lesy v přírodních rezervacích a přírodních památkách

zájmová území se zvýšenou ochranou přírody, kde jsou příslušná hospodářská opatření navrhována v souladu s platným plánem péče.

b) lázeňské

lesy a lesoparky sloužící k ozdravnému pobytu poblíž významných lázeňských zařízení.

c) příměstské a další lesy se zvýšenou rekreační funkcí

příměstské lesy, lesoparky, rekreační zařízení a sportovní areály, lesy poblíž větších aglomerací a v rekreačních střediscích. Podkladem pro vylišení jsou údaje územního plánu.

d) sloužící lesnickému výzkumu a lesnické výuce

lesy sloužící vědeckému výzkumu, např. výzkumné plochy VÚLHM v.v.i., lesnických fakult a jiných vědeckých pracovišť, školní lesní podniky lesnických fakult, středních lesnických škol a lesnických učilišť.

e) se zvýšenou funkcí půdoochrannou, vodoochrannou, klimatickou a krajinotvornou

lesy s půdoochrannou funkcí - nepříznivá stanoviště, mimo jiné lesy, které nebyly zařazeny do kategorie lesů ochranných, lesy v pásmu hygienické ochrany vodních zdrojů II. stupně, a další lesy vyžadující odlišný způsob hospodaření.

f) potřebné pro zachování biologické různorodosti

patří sem zejména genové základny, což jsou komplexy převážně původních lesních porostů nebo porostů s významným podílem původních lesních dřevin takové rozlohy, která postačuje k udržení biologické různorodosti populace a které jsou, při vhodném způsobu hospodaření schopny autoreprodukce.

g) v uznaných oborách a v samostatných bažantnicích

lesy v uznaných oborách a samostatných bažantnicích zřízené na základě pravomocných rozhodnutí.

h) v nichž jiný důležitý veřejný zájem vyžaduje odlišný způsob hospodaření

lesy potřebné pro obranu státu, lesy kryjící zásobníky pohonných hmot a plynů, apod.

Lesy hospodářské (LH)

Lesy hospodářské jsou lesy, které nejsou zařazeny do kategorie lesů ochranných nebo lesů zvláštního určení. Posláním hospodářských lesů je vyvážené plnění všech funkcí lesa. Mimoprodukční funkce jsou v lesích hospodářských zajišťovány zpravidla samovolně uplatňováním diferencovaného hospodaření podle přírodních podmínek.

2.4 Rámcové směrnice hospodaření - RSH

Rámcové směrnice hospodaření definují zásady hospodaření v lesích. Východiskem pro stanovení zásad hospodaření jsou požadavky vlastníka lesa, které jsou koncipovány v souladu s pravidly trvale udržitelného hospodaření v lesích. RSH se zpracovávají pro jednotlivé **hospodářské soubory (HS)**. Hospodářské soubory jsou jednotkou diferenciací hospodaření v lesích stanovené v rámci přírodních lesních oblastí a jsou charakterizovány funkčním zaměřením, přírodními podmínkami a stavem lesních porostů.

Rámcové směrnice hospodaření obsahují zejména základní hospodářská doporučení pro hospodářské soubory:

- **cílová druhová skladba** - doporučené zastoupení dřevin v mytním věku, vyjádřené v procentech, které je z hlediska zabezpečení produkčních i mimoprodukčních funkcí lesů v dané přírodní lesní oblasti optimální,
- **minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin při obnově porostů** (příloha č. 3 vyhlášky MZe č. 83/1996 Sb.),
- **hospodářský způsob:**
 - podrostití, při němž obnova lesních porostů probíhá pod ochranou mateřského porostu,
 - násečný, při němž obnova lesních porostů probíhá na souvislé vytěžené ploše, jejíž šíře nepřekročí průměrnou výšku těženého porostu, popř. i pod ochranou přilehlého porostu,
 - holosečný, při němž obnova lesních porostů probíhá na souvislé vytěžené ploše, širší než průměrná výška těženého porostu,
 - výběrný, při němž těžba za účelem obnovy a výchovy lesních porostů není časově a prostorově rozlišena a uskutečňuje se výběrem jednotlivých stromů nebo skupin stromů na ploše porostu,
- **obmýtlí** - plánovaná rámcová produkční doba lesních porostů, zařazených do hospodářských souborů, udaná počtem let zaokrouhleným na desítky,
- **obnovní doba** - plánovaná průměrná doba, která uplyne od zahájení do ukončení úmyslné obnovy lesních porostů, zařazeného do hospodářského souboru, udaná počtem let, zaokrouhleným na desítky,
- **další doporučení** v poznámce, např. **hospodářský tvar**, který je výsledkem způsobu hospodaření, zejména způsobu vzniku lesních porostů; rozlišují se hospodářské tvary lesa:

- vysoký (vysokokmenný), vzniklý ze semen nebo sazenic,
- nízký (pařezina), vzniklý výmladností,
- střední (sdružený), vzniklý jako kombinace výmladkové složky a jedinců semenného původu.

Mimo základní hospodářská doporučení jsou v RSH obsaženy údaje o zastoupených souborech lesních typů (popř. LT), maximálním podílu zastoupených introdukovaných dřevin, dále jsou zde definovány hlavní zásady při obnově a výchově lesních porostů, možná ohrožení porostů a návrh preventivních opatření ochrany lesů a v neposlední řadě obsahují rámcové směrnice i doporučení vhodných výrobních technologií.

2.5 Terénní klasifikace a technologická typizace

2.5.1 Terénní klasifikace „Lesprojekt 1980“

Informace o sklonu terénu, únosnosti terénu a překážkách je možné standardně získat z popisu porostů v LHP a LHO (z hospodářské knihy) v kolonce terénní typ. Jedná se o terénní klasifikaci „Lesprojekt 1980“.

Tab. 1: Charakteristiky terénních typů v terénní klasifikaci „Lesprojekt 1980“

Terénní typ	Sklon v %	Charakter
11	do 8	únosný
12	9 - 15	únosný
13	16 - 25	únosný
14	26 - 40	únosný
15	nad 40	únosný
21	do 8	neúnosný
22	9 - 15	neúnosný
23	16 - 25	neúnosný
24	26 - 40	neúnosný
25	nad 40	neúnosný
31	do 8	s překážkami
32	9 - 15	s překážkami
33	16 - 25	s překážkami
34	26 - 40	s překážkami
35	nad 40	s překážkami

Terénní klasifikace „Lesprojekt 1980“ vychází ze základního členění terénu na terén únosný, neúnosný a s překážkami. V kombinaci se sklonem terénu (v %) vzniká pak konkrétní číselné označení terénního typu.

Na základě technologické příbuznosti jsou terénní typy sdruženy do pěti terénních skupin, které jsou označeny písmeny A – E a k nim jsou přiřazené použitelné prostředky pro vyklízování dřevní hmoty, takže se pak již jedná o technologickou typizaci.

- A – 11, 12, 13 – použitelné prostředky UKT, SLKT, kůň;
- B – 14 - SLKT, kůň;
- C – 15 - (kůň), LDZ;
- D – 21 - 25 LDZ, v typech 21, 22, 23 (UKT, SLKT, kůň);
LDZ, v typu 24 (SLKT, kůň);
LDZ v typu 25 (kůň);
- E – 31 - 35 LDZ v typech 31, 32, 33 (UKT, SLKT, kůň);
LDZ, v typu 34 (SLKT, kůň);
LDZ v typu 35 (kůň).

Technologická typizace není závazná, je jen doporučením prostředků, které jsou v daných podmínkách vyhovující. Z hlediska šetrného hospodaření v lesích je důležité chtít a využívat vhodné klimatické a přírodní podmínky (mráz, sucho, sníh), které minimalizují negativní dopady na životní prostředí. V neposlední řadě také vysoce kvalifikovaná obsluha používaného prostředku k vyklizení, která je motivována poškození minimalizovat, může provést požadovanou práci šetrněji standardní technologií, než „šetrnou technologií“ nekvalitní obsluha prostředku a za nevhodných podmínek. Bylo by tedy vhodnější posuzovat provedení daného hospodářského úkonu přímo v terénu a ne automaticky vyvozovat z použité technologie šetrné provedení daného hospodářského úkonu.

Použité zkratky – UKT – Univerzální kolový traktor, SLKT – Speciální lesní kolový traktor, LDZ – Lanové dopravní zařízení (lanovka).

2.5.2 Terénní klasifikace „Macků, Popelka, Simanov 1992“

Tab. 2: Charakteristika (vyjádřená pomocí edafické kategorie a sklonu terénu) terénních typů v terénní klasifikaci „Macků, Popelka, Simanov 1992“

Sklon v %	Edafická kategorie	Terénní typ	Charakteristika terénů
≤ 10	M K S B C I H	11	trvale únosné, nerovnosti (do 30cm)
≤ 10	X Z N W A	12	trvale únosné, nerovnosti (30 - 50 cm)
≤ 10	O D L P Q V U	13	podmíněně únosné, nerovnosti (do 30 cm)
≤ 10	T G R	15	neúnosné
≤ 10	překážky (včetně Y, J)	16	překážky (nad 50 cm)
11-20	M K S B C I H	21	trvale únosné, nerovnosti (do 30 cm)
11-20	X Z N W A	22	trvale únosné, nerovnosti (30 - 50 cm)
11-20	O D L P Q V U	23	podmíněně únosné, nerovnosti (do 30 cm)
11-20	T G R	25	neúnosné
11-20	překážky (včetně Y, J)	26	překážky (nad 50 cm)
11-20	svážné	29	podmíněně únosné až neúnosné, nerovnosti (do 30 cm)
21-33	M K S B C I H	31	trvale únosné, nerovnosti (do 30 cm)
21-33	X Z N W A	32	trvale únosné, nerovnosti (30 - 50 cm)
21-33	O D L P Q V	33	podmíněně únosné, nerovnosti (do 30 cm)
21-33	T G R	35	neúnosné
21-33	překážky (včetně Y, J)	36	překážky (nad 50 cm)
21-33	svážné	39	únosnost a nerovnosti různé včetně překážek
34-50	C	41	trvale únosné, nerovnosti (do 30 cm)
40-50	M K S B	41	trvale únosné, nerovnosti (do 30 cm)
34-50	X Z N W A	42	trvale únosné, nerovnosti 30 - 50 cm
34-50	O D V	43	podmíněně únosné, nerovnosti (do 30 cm)
34-50	V, U	45	neúnosné
34-50	překážky (včetně Y, J)	46	překážky (nad 50 cm)
34-50	svážné	49	únosnost a nerovnosti různé
51-70	extrémní	59	včetně všech překážek
≥ 71	extrémní	69	včetně všech překážek

Od roku 2006 zjišťuje ÚHÚL při údržbě OPRL (v části dopravní průzkum) výskyt překážek nad 50 cm v lesích (na edafických kategoriích A a N). Na základě lesních typů (jejich přiřazení k terénnímu typu provedl Dr. M. Macků, ÚHÚL) a sklonu terénu (zjištěného z digitálního modelu terénu), se poté na „udržovaných“ územích vytváří digitální mapy terénních typů („topolová“ vrstva TT_LSLČR.blk) a na ně navázaných technologických typů („topolová“ vrstva TDT_LSLČR.blk).

3 Stručný přehled těžebně dopravních technologií

A) Rozdělení technologií podle podílu ruční (resp. animální) práce:

Manuální těžební práce

Výhradně ruční práce (např. těžba ručním nářadím ve výchovných těžbách, ruční kácení, odvětvování, odkorňování loupákem/škrabákem).

Moto-manuální těžební práce

Technologie s použitím ručních strojů, tj. jednomužných motorových pil (JMP), křovinořezů, odkorňovacích adaptérů na JMP.

Mechanizované těžební práce

Jsou většinou plně mechanizované, což znamená, že lidská ruka se vyráběného dříví vůbec nedotkne (harvestory, procesory, odvětvovací protahovací stroje, štěpkovací stroje s výložníkem).

Manuální soustředování dříví

Trvalá tažná síla člověka je při obvyklé pracovní rychlosti 1m.s^{-1} asi 15 kg. Proto je manuální soustředování dříví použitelné jen v případech:

- Vynášení prořezávkového materiálu a materiálu vytěženého v prvních probírkách k linkám pro následné štěpkování.
- Snášení tyčí ve výchovných těžbách.
- V motomanuální sortimentní metodě, variantě standardních délek, při snášení 2 m dlouhých výřezů k lince. Používané pomůcky: samosvorné kleště, dřevorubecké háčky.
- Při snášení krátkých výřezů ke korytovým smykům (log-line).
- Při snášení 1 m výřezů při výrobě rovného dříví na lokalitě „Pařez“.
- V historii (ale i nyní) "koulení dříví", tj. odvalování dříví podél podélné osy výřezu na krátké vzdálenosti.
- V historii v horách používané "kozelnování" krátkých, 1 m dlouhých výřezů se svahu do údolí (toto je již na přechodu ke gravitačnímu soustředování dříví).
- V zahraničí oblíbené ruční kolesnové vozíky pro vyklízování krátkých výřezů k linkám (SIMANOV 2001).

Gravitační soustředování dříví

Za gravitační soustředování dříví považujeme všechny historické i soudobé způsoby dopravy dříví, při kterých je pro dopravu dříví do údolí využívána gravitace.

- Sáňkování. V létě vytěžené dříví bylo ukládáno do hrání rovného dříví u průseků. V zimě sáňkaři vynášeli na zádech do porostů sáně a dříví nakládali jak na ně, tak je vážali do balíku uvázaného řetězem za sáněmi. Tento balík působil jako brzda. Jednalo se o práci velice namáhavou a nebezpečnou.
- Gravitační spouštění ve smycích. V literatuře jsou uváděny smyky zemní, dřevěné a dřevěné polévané vodou, případně i vodní smyky.
- Gravitační spouštění v mobilních smycích. Vývojem po spirále se vrátilo do lesnictví používání mobilních korytových smyků z houževnatých plastických hmot. Obvykle se pro ně používá termín Log-Line, i když je to původně název jen jednoho výrobku.
- Volné gravitační spouštění. Způsob běžně užívaný zejména v regionech, 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, který rozhoduje o tom, zda se dá dříví do pohybu nebo ne po impulsu pákou (sápinou). Podle dřeviny, stupně odkornění a půdního povrchu je sklon terénu při kterém je volné gravitační spouštění možné cca 20° (SIMANOV 2001).

Animální soustředování dříví

Výhradně práce zvířat. U nás jde nejčastěji o práci koňů, dříve i volů, v zahraničí oslů, slonů atd.

Mechanizované soustředování dříví

Dělí se na plně mechanizované technologie (např. vyvážecí soupravy, vyvážecí traktory, traktory s klešťovými závěsy atd.) a částečně mechanizované technologie (vytahování lana do porostu při úvazkovém soustředování dříví traktorovými navijáky a lanovými dopravními zařízeními).

B) Rozdělení technologií soustředování dříví podle prostředí, ve kterém pohyb dříví probíhá:

Pozemní soustředování dříví

- a) Vlečení, tj. smýkání po půdním povrchu (např. navijáky traktorů a mobilních navíjedel, pojezd traktorů, vyklizování dříví k nosnému lanu lanovky, přibližování lanovkou v polozávěsu).
- b) Vyvážení, kdy náklad spočívá buď zcela, nebo zčásti na transportním prostředku (např. vyvážecí soupravy, vyvážecí traktory).
- c) Vynášení, manuálně, ale i ramenem stroje (např. přemístění kmene harvestorem od pařezu k vývoznímu místu).

Vzdušná doprava dříví

- a) Vrtulníky.
- b) Balóny a vzducholodě.
- c) Lanovými dopravními zařízeními (ale jen v případě dopravy břemen v plném vertikálním, nebo horizontálním závěsu).

Vodní doprava dříví

Má většinou charakter dopravy na větší vzdálenosti (využití řek), ale může plnit i funkci soustředování (plavební kanály).

4 Těžebně-dopravní technologie „šetrné k přírodě“

Vzhledem k omezenému rozsahu této příručky jsou zde uvedeny jen základní druhy „šetrných technologií“. Informace o méně užívaných technologiích jako např. sapinování dříví, použití lanových/drátěných smyků, mobilních plastových rohoží, nízkotlakých pneumatik, ručních lanových napínáků, terénních čtyřkolek/ATV, mobilních navijedel (např. naviják s pohonem od JMP Multi-KBF, „člunový“ naviják Alpmobil/VNAD, „saňový“ naviják Ackja KMF), vrtulníků, balónů či vzducholodí viz. Použitá a doporučená literatura.

4.1 Pojem “technologie šetrná k přírodě”

Chceme-li používat v lese technologii šetrnou k přírodě, musíme si nejdříve ujasnit co se pod pojmem “technologie šetrná k přírodě” vlastně skrývá. Je zřejmé, že jde o hodně nejednoznačný pojem a že se názory na jeho obsah budou významně lišit.



Obr. 1: Pohybuje-li se harvester po koberci z větví a vršků je jeho vliv na půdu minimální (foto Z. Bartoš 6/06)

Mohli bychom říci, že pokud používáme v lesnictví technologii šetrnou k přírodě, nedochází při tom např. k poškození člověka (vazoneuróza, těžké a smrtelné úrazy při těžbě dříví JMP), půdy a vegetačního krytu, k poškození kůry a větví stojících stromů, k znečištění půdy PHM a jinými chemickými látkami, k znečištění ovzduší emisemi, k “znečištění” prostředí hlukem a grafickými symboly (např. probírky, hranice rozdělení lesa, místa skládek, směr odvozu, hranice holosečí), ke změně původní druhové skladby, k takovým změnám prostorového a věkového uspořádání lesních porostů, které neodpovídají “lesům blízkým přírodě”, k ničení hnízd či obecně živočichů, ke stavbám (posedy, cesty, hrazení bystřin) atd. Z hlediska bilance CO₂, je zřejmě nutné při přísném posuzování zahrnout navíc do úvahy i spotřebu energie z neobnovitelných zdrojů při výrobě lesnických strojů a jiných “pomůcek” (např. pletivo, nátěry proti okusu, postřiky proti buření, materiály lesních cest, materiály staveb hrazení bystřin atd.) a při jejich provozu (např. 18 x větší spotřeba energie vrtulníku ve srovnání s lanovkou při soustředování 1 m³ dříví nebo větší spotřeba energie při štěpkování/drcení těžebních zbytků oproti jejich ponechání v hromadách k zetlení).

Při takovém výkladu pojmu “technologie šetrná k přírodě”, je ovšem téměř nemožné lesnický hospodařit a mít při tom zisk či alespoň vyrovnaný rozpočet.

Obecně je pojem “technologie šetrná k přírodě”, v rámci zjednodušení a provozní použitelnosti, vyložen v této příručce tak, že příroda je při hospodaření v lese cíleně poškozována co nejméně a majiteli lesa přitom ještě vzniká (za současné vnější finanční podpory - stát, kraj, obec, nevládní organizace atd.) přiměřený zisk.



Obr. 2: Na podmíněně únosných (příp. neúnosných) půdách je možné soustřeďovat dříví jen za sucha či za mrazu (foto Z. Bartoš 6/06)

4.2 Popis vybraných těžebně-dopravních technologií „šetrných k přírodě“

4.2.1 Lanové systémy

Základním technologickým principem transportu dříví lanovými dopravními zařízeními je skutečnost, že základový stroj nevjíždí do porostu (na těžební plochu). Toho se využívá v terénech, které jsou z jakýchkoliv důvodů nepřístupné prostředkům soustřeďujícím dříví pojezdem (SIMANOV 2001).

Přes tuto skutečnost, je ale nutné počítat s tím, že dříví soustřeďované lanovkou v polozávěsu (jeden konec se dotýká země) může narušit povrch půdy, případně dokonce vydřít do půdy rýhu. Proto tam, kde nechceme, aby k tvorbě rýh docházelo, musíme soustřeďovat dříví v plném závěsu. Dříví pak musí být upevněno na nosné lano na obou koncích (jde o horizontální závěs – nutné je použití druhého lanovkového vozíku, což není možné u každého typu lanovky), nebo jen na jednom konci, ale tak, aby nedošlo k dotyku břemene se zemí (svis - nosné lano je vedeno vysoko nad terénem, nebo jsou dopravovány jen krátké výřezy např. 4 m dlouhé). Oba způsoby soustřeďování dříví plným závěsem jsou však dražší než soustřeďování v polozávěsu.

Aby nedocházelo k odírání stojících stromů při bočním vyklizování dříví k trase lanovky je nutné, aby lanovkový vozík bylo možné zastavit na kterémkoliv místě nosného lana a během vyklizování s ním vhodně popojíždět, což je vlastnost, kterou mnohé starší typy lanovek (i novější, ale levné typy) nemají.

Některé moderní typy lanovek používané v ČR:

Larix Kombi (výrobce ŠLP Křtiny)

Je to univerzální stavebnicový lanový systém, který je tvořen dvoububnovým velkokapacitním navijákem s mechanickým pohonem, který je spojen s přibližovacím štítem. Je nesený na trojbodovém závěsu traktoru s výkonem 70 kW. V tomto vybavení může pracovat jako přibližovací traktor s lesnickou nástavbou nebo lze postavit lanový systém s tažným a vratným lanem s dosahem 220 m.

Stavebnicový systém lze dovybavit hydraulicky napínaným nosným lanem na přídavném bubnu a hydraulicky sklopnou věží. Tím lze získat lanový systém s nosným, tažným, vratným a montážním lanem s dosahem 350 m. Montážní lano je na čelním zásobníku lan. Tato varianta stroje se označuje Larix Kombi H. Stroj je k dispozici v základní výbavě s mechanickým vozíkem VLN, za příplatek pak s vozíkem Sherpa U 1,5 t.

Larix 3T (výrobce ŠLP Křtiny)

Tyto lesní lanovky jsou určeny 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 pětikanový a sestává z nosného, oběžného, zvedacího, pomocného a montážního lana. Přednosti lanovky typu Larix 3T: vysoká terénní dostupnost traktoru s nesenou nástavbou, univerzální lanový systém pro všechny tvary terénu a směry přibližování, díky systému oběžného lana odpadá brždění 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.



Obr. 3: Larix 3T (foto VS ŠLP Křtiny)

Larix Hydro (výrobce ŠLP Křtiny)

Lanový systém Larix Hydro umožňuje dopravu dříví po svahu, proti svahu i po rovině; v polozávěsu, eventuálně celozávěsu. Je vybaven stacionárním motorem IVECO AIFO (čtyřválec, turbodiesel 125 hp). Výkon je přenášen přes hydrauliku SAUER SUNDSTRAND-DANFOSS, se samostatným hydraulickým obvodem pro každý buben. Larix Hydro může být namontován na přívěsu, nebo nákladním automobilu. Je standardně vybaven nosným, tažným, vratným, pomocným a montážním lanem. Pro synchronizaci otáček tažného a vratného bubnu je vybaven systémem Interlock, což umožňuje automatické a programovatelné řízení pohybu vozíku s nákladem i bez nákladu. Vyznačuje se velmi krátkou dobou stavby.

Syncrofalke (výrobce Franz Mayr-Melnhof-Saurau, výhradní obchodní zastoupení ŠLP Křtiny)
Procesorová lanovka s hydrostatickými pohony.

Wanderfalke (výrobce Franz Mayr-Melnhof-Saurau, výhradní obchodní zastoupení ŠLP Křtiny)
Procesorová lanovka s hydrostatickými pohony.

Wyssen (výrobce Wyssen Seilbahnen - <http://www.wyssen.com/> (17.11.2007))

Jde o výjimečný lanový systém s dosahem až 2000 m, který je nejosvědčenější v horských oblastech, kde chybí svážnicové a hřebenové cesty.

LS-2-500 (výrobce PTR Olomouc, už se nevyrábí)

Tento systém s dosahem až 500 m je sestaven ze stožárového čtyřbubnového navijáku umístěného na jednoosém přívěsu. Přepravu a pohon zajišťuje UKT s výkonem min. 45 kW.

KSK-16 (výrobce Steyer Forsttechnik, už se nevyrábí)

Těžký stožárový systém s dosahem až 700 m s nosným, tažným, vratným a pomocným lanem je umístěn včetně ovládací kabiny na plošině terénního automobilu třídy 200 kW. Níže uvedené lanové systémy, dříve často v ČR používané, nejsou kvůli možnosti odření stojících stromů pro „šetrné“ soustředování dříví příliš vhodné:

Alpmobil/VNAD-D (ve verzi lanovka), DTN 4, Lanor 1, Lanor 3, LS-1,5-300, S-401 a RM-2000 (soustředování jen proti svahu), VLU-5.

4.2.2 Koně

Dle MVDr. J. Dražana, prezidenta ASCHK ČR, je v roce 2007 stav chladnokrevných koní v ČR stabilizovaný a pohybuje se okolo 3 tisíc kusů. Mezi majiteli koní, kteří pracují v lese, je ale dle něj mnoho soukromníků, kteří mají valachy, nemají koně evidované jako chovné, práci si hledají sami a do statistik ji nehlásí.



Obr. 4: Kůň - alternativně použitelný prostředek při soustředování dříví (foto Z. Bartoš 9/07)

V roce 1977 bylo při soustředování dříví používáno méně než 4,5 tisíce koní. V období 1975 - 1980 byl stav prakticky setrvalý - koně se na přibližování podíleli téměř 10 %, a svazkováním připravovali dříví pro následné přibližování jinými prostředky cca v rozsahu 15 - 25 %. Znamená to tedy, že se koně různou formou podíleli na soustředování cca 30 % dříví z celkové těžby. Nynější podíl je prakticky nezjistitelný díky neexistující statistice. Jak lze odhadnout budoucí podíl koní na soustředování dříví? Především je nutné konstatovat, že z hlediska technologického nepředstavuje kůň nenahraditelný prostředek pro soustředování dříví, ale je pouze prostředkem alternativně použitelným (SIMANOV 2001).

Zde je nutno upozornit na fakt, že ohledně tlaku na půdu je kůň s měrným tlakem 140 kPa výrazně nad moderními soustředovacími prostředky a k rozbití povrchu půdy kopyty tak dochází naprosto pravidelně. Také obvyklé soustředování dříví vlečením bez použití šupky nebo kolesny způsobuje poškození povrchu půdy a může při soustředování většího objemu dříví po stejné trase vést až k tvorbě rýh a následné erozi. Pokud se soustřeďuje koněm dlouhé dříví, je zde velké nebezpečí odření stojících stromů, protože s dlouhým výřezem není tak lehké mezi stojícími stromy „prokličkovat“. Výhodou koně proti navijákům je v tomto případě jeho menší tažná síla a citlivost na náraz taženého dříví na překážku, takže nedochází k tak velkým „odřeninám“ stojících stromů. Samozřejmě že pohyb dříví ve svislé poloze mezi stojícími stromy tak, jak to umožňují výložníky harvestorů a vyvážeců, je z hlediska odírání stojících stromů nejšetrnější. Všechny tyto relativní nevýhody ovšem mnohonásobně vynahradí skutečnost, že kůň (stejně jako člověk) pracuje bezhlučně, není zdrojem emisí a jako „palivo“ spotřebovává jen obnovitelné suroviny.

4.2.3 Vyvážecí soupravy, vyvážecí traktory a harvestory

Změnou principu dopravy dříví z vlečení na vezení se omezuje možnost narušování půdního povrchu soustředovaným dřívím, ale vzrůstá riziko uhuštění půdy jejím větším zatížením při pojezdu stroje. Tento problém je však konstrukčně řešitelný zvyšováním počtu kol, zdvojováním kol na nápravě (boggie nápravy), kolopásky a zvětšováním šířky pneumatik (SIMANOV 2001).

Vzhledem k velkému množství firem, které vyvážecí soupravy, vyvážecí traktory a harvestory vyrábí a vzhledem k množství různých typů strojů od jedné firmy, není možné uvádět zde jejich výčet. Je to v podstatě i zbytečné, protože pro šetrné nasazení těchto strojů je nutné znát (a dodržovat) spíše níže uvedené zásady a vybrané technické parametry (měrný tlak na půdu, hmotnost, počet kol, šíře pneumatik, možnost používání kolopásů, šířka stroje, dosah výložníku), než názvy konkrétních výrobků.

Při výběru vhodných míst pro k přírodě šetrné nasazení vyvážeců a harvestorů je nutné se zaměřit na to, aby nedošlo k poškození půdy (huštění, tvorba kolejí, stržení půdního krytu) a k odření stojících stromů a jejich kořenů. Snížení plochy, kde dochází k huštění půdy lze dosáhnout vyznačením trvalých soustředovacích linek s rozstupem alespoň 20 m a jejich dlouhodobým a bezpodmínečným používáním (i při těžbě holou sečí). Snížení tvorby kolejí a zachování půdního krytu lze částečně dosáhnout tím, že se na povrch linky před prvním pojezdem stroje naklade vrstva větví a vršek o tloušťce alespoň 15 cm (SIMANOV 2001).

V typologické klasifikaci ÚHÚL je za hraniční tlak mezi únosnými a neúnosnými terény považován tlak 50 kPa ve stopě dopravního prostředku (tlak odpovídající boření se lidské nohy). Při nasazení harvestorových technologií je v tomto případě rozhodující tlak vyvážedce, který je po vyvážecích linkách nucen projet několikrát. Z hlediska snížení tlaku na půdu je vhodnější 8 kolové provedení vyvážeců s použitím kolopásů na jednotlivých nápravách.



Obr. 5: Na podmíněně únosných (příp. neúnosných) půdách nezabrání ani osm pneumatik o šířce 700 mm vzniku kolejí (foto Z. Bartoš 6/06)

V tabulce s názvem “Měrný tlak na půdu u vyvážeců” jsou uvedeny orientační hodnoty tlaků na půdu u různých vyvážeců v 6 a 8 kolovém provedení, bez kolopásů a s kolopásky. Při jízdě bez nákladu nepřekračuje zadní náprava tlak 50 kPa. S nákladem je tato hranice překročena vždy i při použití kolopásů. Proto je na neúnosných terénech vhodné nasazovat harvestory pouze za příznivých podmínek (zámraz, déle trvající sucho). Z tabulky je ale patrné, že kolopásky a větší šířka pneumatik účinně snižují tlak na půdu, a proto je vhodné vyžadovat jejich použití na málo únosných terénech.

Tab. 3: Měrný tlak na půdu u vyvážeců

Měrný tlak na půdu u vyvážeců									
Charakteristika vyvážece					Bez nákladu		S nákladem		
Značka	Podvozek (počet kol)	Šířka pneumatik		Nosnost (t)	Přední náprava (kPa)	Zadní náprava (kPa)	Přední náprava (kPa)	Zadní náprav a (kPa)	Zadní náprava – kolopásky (kPa)
		Přední (mm)	Zadní (mm)						
John Deer 1110 D	6	600	600	11	71	37	71	100	63
		700	700		62	32	62	90	55
	8	600	600		54	37	54	100	63
		700	700		47	32	47	90	55
John Deer 1410 D	6	600	600	14	78	40	86	118	68
		700	700		67	35	74	101	60
	8	600	600		59	40	65	118	68
		700	700		51	35	55	101	61
John Deer 1710 D	6	700	650	17	67	40	74	120	68
		700	750		67	35	74	105	61
	8	650	650		56	40	60	120	68
		750	750		49	35	53	105	61

Únosnost půdy je charakterizována terénním typem, do kterého lze s jistou nepřesností zahrnout edafické kategorie (SIMANOV, 1998) ze souboru lesních typů. Tyto edafické kategorie je možné orientačně rozřadit do několika skupin podle únosnosti dané zrnitostním složením půdy a ovlivněním vodou (VAVŘÍČEK in VALENTA, 2004). V případě nepříznivých podmínek pro nasazení harvesterů bude riziko poškození půdy v jinak shodných porostech nižší v porostu s únosnější edafickou kategorií. Obecně velmi dobrou únosnost mají edafické kategorie charakteristické vyšším obsahem skeletu (VAVŘÍČEK, 2002), který účinně rozkládá tlak prostředku na půdu (J, X, Y, Z, C, N, A, F) (ULRICH, VALENTA 2006).

Pokud použijeme při rozhodování o nasazení vyvážeců, resp. o použití kolopásů, širších pneumatik či vícekolových podvozků terénní klasifikaci „Macků, Popelka, Simanov 1992“, která zohledňuje i šetrnost technologie, nikoliv jen technické možnosti strojů, můžeme říci, že k přírodě šetrné nasazení vyvážeců z tabulky „Měrný tlak na půdu u vyvážeců“ je možné jen v terénních typech 11, 12, 21, 22 a 32.

Na podmíněně únosných půdách (terénní typy 13, 23, 31, 33) je nasazení strojů z tabulky možné jen za sucha či za mrazu. Pokud budou podmíněně neúnosné půdy „mírně“ vlhké, je možné snad uvažovat ještě o použití takového stroje, který vytváří co nejnižší měrný tlak při jízdě s naloženým dřívím (maximálně cca 69 kPa na přední i zadní nápravu), což dle tabulky splňuje jen sedm případů z dvanácti a předpokládá to 100 % použití kolopásů na zadní nápravě. V tabulce není uveden stroj s pásovým podvozkem, který může vytvářet tlak jen 35 - 50 kPa (speciální pásové podvozky typu Ratrac). V ČR je z této kategorie asi nejvíce používána vyvážecí souprava Terri, která je ovšem se svojí malou nosností 3 tuny vhodná spíše jen pro tzv. „farmářské“ použití.



Obr. 6: „Farmářská“ pásová vyvážecí souprava Terri (foto Reparoservis)

Dříve běžně v lesnictví používané technologie na soustřeďování dříví jsou na tom ve srovnání s Terri a s vyvážeci z tabulky „Měrný tlak na půdu u vyvážeců“ podstatně hůře - SLKT-81 vytváří měrný cca 200 kPa, UKT s lesnickou nástavbou cca 160 kPa a kůň cca 140 kPa.

Co se týká svahové dostupnosti tak harvestory i vyvážece mají určitou svahovou dostupnost. Oba druhy strojů jsou mnohem náchylnější na příčný sklon. Zatímco u harvestoru lze vliv příčného sklonu eliminovat technickým řešením (klikové uchycení kol) u vyvážece je nutné předcházet nebezpečí převrácení stroje již při trasování linek. Obecně platí, že příčný sklon linky by neměl přesahovat 10 % (ULRICH, VALENTA 2006).

Terénní klasifikace „Macků, Popelka, Simanov 1992“ předpokládá, že k přírodě šetrné nasazení soustřeďovací techniky je možné jen do sklonu 33 % (prokluz kol, rychlost povrchového odtoku vody). Tuto hranici by mohly překročit stroje na pásových nebo na „krácejících“ podvozcích (např. Menzi Muck), vždy je tu ale nebezpečí, že se na takovém svahu stroj nebude moci otočit (příčný sklon je tam vyšší než 10 %).



Obr. 7: Pásový harvestor Impex Tiger 20 (foto Z. Bartoš 6/06)

Důležitou součástí šetrného hospodaření v přírodě je ochrana stojících stromů proti odřením. Věk porostu souvisí s dimenzemi stromů v porostu a jejich rozestupem (sponem). Harvestory se ve většině případů pohybují pouze po linkách, mezi kterými se nachází pracovní pole o šířce cca 20 m. U menších strojů nelze v některých případech použít výložník s délkou 10 m a proto je harvestor nucen najíždět do pracovních polí. Jsou známy i postupy s větším rozestupem pracovních linek, kdy se harvestor pohybuje uvnitř pracovního pole. Aby nedocházelo k nadměrnému poškození porostu, při použití pracovního postupu s pojezdem harvestoru uvnitř pracovního pole, je nutné dbát na ponechání volného prostoru po stranách stroje. Z šetření zaměřeného na šíření hnilob vyplynulo, že nebezpečí poškození kmene hnilobou hrozí, jestliže se toto poškození nachází do vzdálenosti 0,5 m od kmene (in WASTERLUND, 1986). Šířka harvestoru je proměnlivá podle typu a podle zvolené šířky pneumatik a pohybuje se od 1,8 m do 3,1 m. Žádný z harvestorů, používaných v ČR, nelze použít v nitru pracovních polí, jestliže po zásahu zůstane více než 1 450 stromů na 1 ha (viz počet stromů na 1 ha podle jednotlivých výchovných modelů PLÍVA, ŽLÁBEK 1989). Není tedy možné, při dodržení výchovných modelů, použít nejčastěji v ČR používané harvestory v nitru pracovních polí v porostech mladších 40 let (ULRICH, VALENTA 2006). Je nutno dodat, že přes omezení daná šířkou strojů, je odření stojících stromů při použití harvestorů a vyvážeců výrazně nižší, než při použití kácení JMP a soustřeďování navijáky, koňmi atd. Důvodem je m.j. možnost pohybovat výložníkem se dřívím tak, že dříví je ve svislé poloze a je proto možné se s ním mezi svisle rostoucími stromy lépe protáhnout.

4.2.4 Vyvážecí minisoupravy (železný kůň)

Vyvážecí minisoupravy, nazývané také "železný kůň" jsou vyráběny v provedení vyvážecích souprav sortimentních a vyvážecích souprav s oplenem (a variantně jako vyvážecí minisoupravy pásové a vyvážecí minisoupravy kolové). Jejich hlavní konstrukční odlišností je to, že nejsou vybavovány hydraulickou rukou (jsou totiž určeny především do předmýtních těžeb, kde hmotností nakládaných stromů, kmenů a výřezů umožňují ruční manipulaci s nakládaným dřívím), a oplen není hydraulicky svírán. Pracovní postupy však zůstávají v zásadě stejné jako u "velkých" vyvážecích souprav (SIMANOV 2001).

Vyvážecí minisoupravy mají díky pásům velmi malý tlak na půdu (menší než živý kůň), ale pokud soustřeďují dříví v polozávěsu, dochází k poškozování povrchu půdy soustředěným dřívím. Řešením je použití přívěsného vozíku a soustřeďování krátkých výřezů vedením bez dotyku kmene s půdou. Pokud se soustřeďuje dlouhé dříví, nastává podobná situace jako u soustřeďování dlouhého dříví koňmi či navijáky – je zde velké nebezpečí odření stojících stromů, protože s dlouhým výřezem není tak lehké mezi stojícími stromy „prokličkovat“. Živý kůň je stabilnější než „železný“ při pohybu napříč svahem (nehrozí převrácení v důsledku překročení max. dovoleného podélného náklonu) a zřejmě i při pohybu s nákladem do kopce („železný kůň“ s dřívím v polozávěsu má přetíženou zadní část a lehce se zvedá). Protože nosnost a tažná síla stroje jsou poměrně malé, jde o typickou „farmářskou“ technologii, která však umožňuje odpoutat se od celodenní péče o živého koně.



Obr. 8: „Železný kůň“ Lennartsfors 5,5 k / 9,0 k (foto Z. Bartoš 6/06)



Obr. 9: „Železný kůň“ Oxen 13 k (foto Z. Bartoš 6/06)

4.2.5 Technologie pro zpracování dendromasy k energetickým účelům

Předpokládané zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie (OZE) na primárních energetických zdrojích bude spojeno s významným navýšením využití biomasy pro energetické účely. V sektoru lesního hospodářství lze za perspektivní energetické zdroje považovat zejména těžební zbytky, nekvalitní sortimenty dříví a rychle rostoucí dřeviny.

S rozvojem využívání dendromasy pro energetické účely je spojen i rozvoj technologií pro její zpracování. Štěpkovače, drtiče, popř. svazkovače musí splňovat mnoho požadavků producentů i zpracovatelů biomasy – producentů energie. Mezi základní požadavky patří ekonomická perspektivnost výroby, proveditelnost v daném terénu, technologické požadavky na kvalitu výstupního materiálu a ekologická šetrnost. V této oblasti již existuje mnoho zkušeností a technologie pro dezintegraci dendromasy (těžebních zbytků) jsou nabízeny mnoha výrobci.

Stroje pro mechanické zpracování porostů rychle rostoucích dřevin jsou z velké části ve stádiu prototypů. V následujících letech je možné očekávat poptávku po strojích, které budou schopné rychle rostoucí dřeviny kácet, štěpkovat a případně transportovat.

Technologie pro zpracování těžebních zbytků a nekvalitních sortimentů dříví

Rozdružování těžebních zbytků probíhá dvěma odlišnými metodami. První je metoda štěpkování, kde je vstupní materiál dělen ostrými noži na homogenní štěpku. Druhým způsobem rozdružení těžebních zbytků je drcení, kdy je materiál dělen pomocí kladiv umístěných po obvodu rotoru. Další metodou zpracování těžebních zbytků je lisování a následné svazkování větví a stromových vršků do svazků (balíků).

Štěpkovače

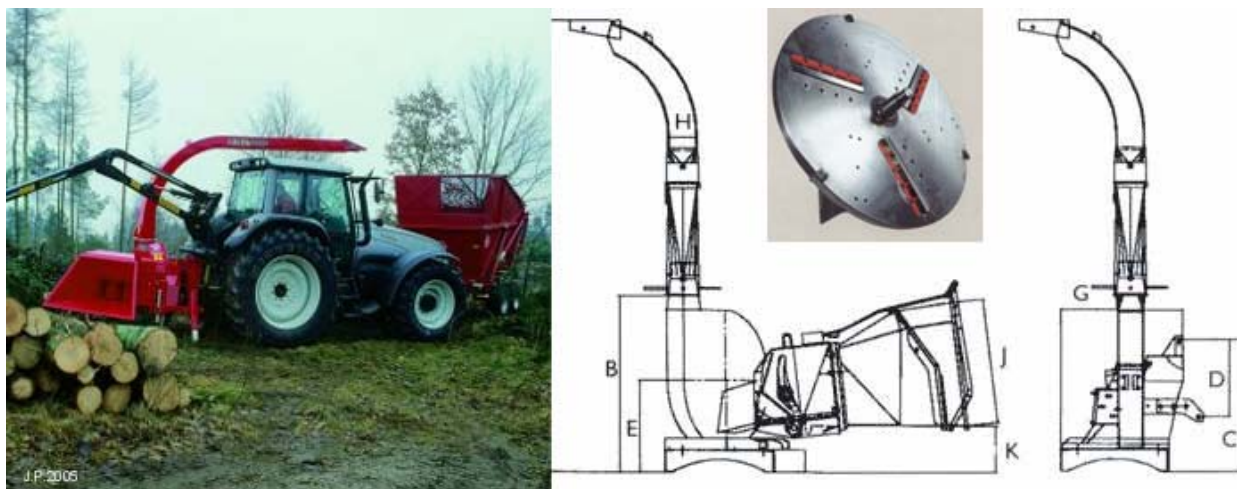
Štěpkovače jsou stroje dělící dendromasu řezným účinkem ostrých nožů umístěných na rotujícím disku nebo bubnu.

Štěpkovače lze dělit dle mnoha kritérií, uvedeno je pouze základní dělení.

Podle sekacího (štěpkovacího agregátu):

Diskové štěpkovače

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 m³/hod (pozn. výkon je udáván v prostorových metrech štěpky).



Obr. 10: Zobrazení diskového štěpkovače (štěpkovač Linddana 270 K, schéma, disk s noži)

Bubnové štěpkovače

Na rozdíl od diskových typů jsou sekací nože bubnových štěpkovačů uloženy na obvodu rotujícího válce. 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 rotoru (bubnu) jsou pevně připevněny břity, jenž jsou často horizontálně děleny na více jednotlivých břitů. Tyto nože jsou vyráběny ze směsi tvrdých, pevných a odolných kovů.

Bubnovým sekacím zařízením jsou vybaveny štěpkovače o vyšších výkonech s teoretickým výkonem pohybujícím se na hranici 200 m³/h. Jsou umístovány 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.

Šroubové sekačky (štěpkovače)

Šroubové 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. Názorně si lze představit šroubovou sekačku na principu mlýnku na maso. Využití tohoto dělicího agregátu je testováno při zpracování rychle rostoucích dřevin.

Podle způsobu dávkování materiálu do štěpkovače:

S ručním dávkováním dřeva – pro sekání tenkého odpadového dříví menších objemů. Nasekaná štěrpa 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 předešlý materiál zpracován a rotor získá potřebné otáčky.

Štěpkovače dle 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).

Štěpkovače dle celkového technického řešení:

Štěpkovače zavěšené za tříbodový závěs univerzálního traktoru.

Štěpkovače přívesné za traktory. Někteří výrobci nabízejí štěpkovače, které ve spojení se silným univerzálním traktoem 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 ovládáním základních prvků a často s 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 štěrpy, 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 předešlého shrnutí klestu nebo na odvozních místech a kontinuálně zpracovávat velké skládky těžebních zbytků. Jsou vybaveny hydraulickou rukou ovládanou z kabiny operátora. Většinou je štěpkovač poháněn samostatným motorem.

Drtiče

Drtiče jsou určeny k dezintegraci zejména dříví, které není vhodné pro štěpkování. Jedná se o dřevo znečištěné, drobné, mimořádně netvárné. Znečištění shrnováním klestu na pasekách, kdy se dostává mezi vlastní biomasu i značné množství nečistot, zejm. písku, hlíny a kamenů či jiných tvrdých předmětů, je pro štěpkovače negativním činitelem, protože dochází k poškozování ostrých nožů a je nutná jejich častá výměna. Proto jsou štěpkovače v některých technologických postupech nahrazovány drtiči, jenž 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.

Drtiče jsou 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.

Svazkovače těžebních zbytků

Svazkovače těžebních zbytků neboli paketovací stroje či balíkovače vznikly jako reakce na zvýšený zájem o využívání biomasy v severských zemích. Podle dostupných informací vyrábí svazkovací jednotky firmy John Deere, Valmet a Pinox a všechny pracují na podobném principu. Popsán bude svazkovací stroj John Deere, který pracuje i v České republice.

John Deere 1490D sbírá klest a dřevní odpad vzniklý po těžbě a zakládá ho do svazkovací jednotky v níž je dřevní hmota lisována a svazkována do kompaktních balíků. Proces balení je průběžný bez omezení délky. Operátor si může nastavit délku balíku v závislosti na možnostech transportu z lesa. Každý takto vytvořený balík nabízí přibližně 1 MWh energie (balík o délce 3,2 m). Tato hodnota se mění v závislosti na typu dřeviny a vlhkosti materiálu. V porostu o velikosti plochy 1 ha může být vyrobeno 100 - 150 balíků s průměrnou hodinovou výrobou 20 – 30 balíků (v podmínkách skandinávských zemí).

Proces lisování je zcela automatický, operátor musí pouze umístit materiál hydraulickou rukou na podávací stůl. Svazkovací jednotka se skládá ze dvou pevných lisů a jednoho pohyblivého lisu. Lisováním je objem materiálu zredukován na cca 20 % původního objemu. Lisovací tlak je nastaven tak, aby byly vyráběny kompaktní balíky bez poškození materiálu. Balík je posouván pohyblivým lisem a strojem pevně vázán tak, že se motouz po uvolnění lisu napne. Parametry (například délka balíků, odstup mezi vinutím motouzu a kompresní intervaly) jsou nastavovány pomocí palubního počítače, který vyhodnotí, kolik vinutí je zapotřebí, aby balíky vykazovaly potřebnou pevnost pro nakládání a transport. Objem balíku činí dle materiálu 0,7 - 0,8 m³. Svazkovač je umístěn na podvozek vyvážecí soupravy v 6 nebo 8 kolové verzi. Výrobce dokladuje náklady na výrobu ve výši 3 % získané energie. Svazkovače těžebních zbytků jsou v největší míře provozovány ve Finsku, v menší míře i v dalších zemích.

Hlavní výhodou metody svazkování spočívá v jednoduchosti celého výrobního postupu, kdy dochází ke svazkování těžebních zbytků přímo na pasece, následně vyvezení již svázaného, tedy minimálně objemného materiálu vyvážecí 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 svazků. Dle informací od výrobce je objem svazků nižší než objem štěpků při stejné hmotnosti.

V České republice není producent energie, který by poptával svazky těžebních zbytků. Balíky vyrobené v ČR jsou buď exportovány k energetickému využití do zahraničí nebo jsou nově využívány pro zpevnění cest na podmáčených lokalitách v NP Šumava.

Provozní charakteristiky štěpkovačů a drtičů a jejich porovnání

Porovnání jednotlivých typů strojů vychází ze zkušeností zpracovatelů, informací výrobců, prodejců a je koncipováno jako výčet pro provoz výhodných i nevýhodných vlastností. Některé stroje nemusejí odpovídat uvedeným obecným charakteristikám.

Štěpkovače

V případě zpracování silně znečištěného materiálu je nutná častější výměna a broušení nožů. V praxi je nutné nože měnit i vícekrát za směnu. Neostře nože snižují výrazně výkon stroje, zvyšují jeho opotřebení a v neposlední řadě snižují kvalitu výsledné štěpky. Předejít znečištění zpracovávaného materiálu zejména klestu lze více způsoby, přičemž jako nejvýhodnější se ukazuje začlenění štěpkování do kompletního harvestorového uzlu a upravením technologických postupů tak, aby docházelo k co nejmenšímu znečištění těžebních zbytků. Tomuto lze částečně předejít i využitím vyvážeců pro sběr těžebních zbytků a odvozu na odvozní místo nebo jinou plochu určenou ke štěpkování.

Mobilní diskové štěpkovače lze považovat za stroje určené pro zpracování spíše menšího množství těžebních zbytků. Dosahují menšího hodinového výkonu. Konstrukčně jsou jednodušší, investičně méně náročné a umožňují ve většině případů použití na třibodovém závěsu traktoru. Počet nožů na disku se pohybuje v rozmezí 2 – 4 ks a teoretický výkon nepřesahuje 30 m³/h. K velkoobjemové výrobě lesní štěpky pro energetické účely nejsou pro svůj výkon a náchylnost k otupení příliš vhodné.

Mobilní bubnové štěpkovače pracující na principu nožů upevněných po obvodu válce a jsou charakterizovány teoretickými výkony až na hranici 200 m³/h, což je předurčuje pro velkoobjemovou výrobu lesní štěpky pro energetické účely. Konstrukčně jsou bubnové štěpkovače složitější, vyžadují dokonalé propracování systému podávání, systému kontroly výkonu a přetížení, které brání zahlcení a poškození stroje. Bubnové štěpkovače jsou konstruovány pro vyšší objem výroby, mají adaptabilní systém přísunu materiálu, který umožňuje zpracování jak silně chaotického materiálu ve formě klestu, tak materiálu kompaktního ve formě kmenů. Vzhledem k rozměrům a hmotnosti, jenž jsou ve většině případů podstatně nižší než u drtičů, vykazují štěpkovače lepší mobilitu a menší zatížení půdního povrchu.

Tab. 4: Výhody a nevýhody mobilních štěpkovačů (ve srovnání s drtiči)

Štěpkovače	
Výhody	Nevýhody
nižší pořizovací náklady	náchylnost k otupení nožů
nižší hmotnost	malý vstupní otvor pro chaotický materiál
obvykle jednodušší konstrukce	nižší výkon
kvalita štěpky	
možnost rychlé změny velikosti štěpky	

Štěpkovače jsou stroje, které jsou ve vyšší výkonové třídě vhodné pro výrobu lesní energetické štěpky. V dnešní době, kdy ještě nejsou zcela jasně nastavena pravidla týkající se rozměrů materiálu přijímaného elektrárnami a teplárnami, mají štěpkovače nespornou výhodu v kvalitě a variabilitě vlastní štěpky. Pro zpracování nekvalitních sortimentů dříví ve tvaru kmenů jsou štěpkovače nejvhodnějším řešením. Menší výkon nemusí být nutně nevýhodou, protože ve spojení s nižší hmotností a dobrou mobilitou je možný rychlý a efektivní přesun po jednotlivých lokalitách štěpkování.

Drtiče

Zjednodušeně lze říci, že se jedná o stroje robustní konstrukce na kolovém nebo samostatném pásovém podvozku, které jsou větší a těžší než štěpkovače. Příkladem drtičů jsou i v ČR pracující americké drtiče Vermeer, Morbark nebo Peterson nebo evropské Doppstadt a Jenz. Tyto stroje byly původně konstruovány pro drcení stavebního dříví v USA. U nás jsou tyto drtiče využívány nejvíce k produkci energetické lesní biomasy. Vzhledem k jejich hmotnostem a rozměrům je nutné provádět drcení na odvozním místě nebo dokonce až na zpevněných plochách skládek dříví. Výjimku tvoří umístění drtiče na pásový podvozek (např. Vermeer HG 365 TX). V tomto provedení je i při hmotnosti 20 tun možné drcení těžebních zbytků na nezpevněných plochách nebo dokonce přímo na pasekách.

Teoretický výkon drtičů se pohybuje v horní hranici až okolo 450 m³/h. V praxi obvykle dosahují, stejně jako štěpkovače, výkonu podstatně nižšího, což je dáno zejména prodlevami v přísunu a vlastnostmi

samotného chaotického materiálu. Reálný je výkon řádově v desítkách prostorových metrů štěrky za hodinu. Přesto lze říci, že drtiče dosahují při zpracování těžebních zbytků obvykle vyšších výkonů než štěpkovače. Nutný je kontinuální přísun velkého množství těžebních zbytků, aby byly stroje efektivně využity. Tento požadavek může být v podmínkách ČR problematický. Nevýhodou drtičů může být kromě vysoké hmotnosti a značné velikosti také kvalita výsledného materiálu. Drcená lesní biomasa, jenž má spíše podobu třísek různých délek, se může stát problematicky prodejnou, protože zpracovatelé upřednostňují štěrku, která je rozměrově homogennější a zajišťuje tak lepší průchod podávacím zařízením do kotlů. Tuto negativní vlastnost lze obvykle omezit výměnou dodrcovacích (třídících) košů za koše s menšími oky, které předurčují velikost výsledného materiálu. Čím menší jsou oka dodrcovacího koše tím menší je výkon stroje.

Výhodou drtičů je větší odolnost drtících nástrojů i při silně znečištěném vstupním materiálu, což představuje možnost zpracování mechanicky shrnovaných těžebních zbytků. Vysoká výkonnost při méně časté provozní údržbě je v případě dobrého zásobování vstupním materiálem nespornou výhodou.

Tab. 5: Výhody a nevýhody mobilních drtičů (ve srovnání se štěpkovači)

Drtiče	
Výhody	Nevýhody
vyšší odolnost dělicího agregátu	vysoká hmotnost
vysoký výkon	vysoká cena
rozměrný podávací pás	konstrukční složitost
možnost podávání i čelním nakladačem	rozměrově různorodý výstupní materiál
možnost drtit i materiál s příměsí železa	

Drtiče těžebních zbytků jsou vhodné pro výrobu energetické lesní biomasy určené ke spalování nebo spoluspalování. Jejich vyšší pořizovací cena je nahrazena vysokým výkonem a relativně menší nutností provozní údržby.

Speciální technologie zvyšující efektivitu při zpracování těžebních zbytků

Výzkumy prováděné v severských zemích i zkušenosti českých subjektů ukazují, že z prostorového hlediska je ekonomicky nejvýhodnější zpracování těžebních zbytků na odvozním místě. Proto je třeba věnovat pozornost efektivní dopravě těžebních zbytků z porostu na odvozní místo, případně skládku.

Využívání dendromasy v podobě těžebních zbytků je z hlediska technologického postupu poměrně specifickým úkonem. Proto dochází k vývoji nových speciálních technologií pro transport klestu.

Drapák pro nakládání těžebních zbytků

Množství drapákem nabrané hmoty má důležitý význam pro celkovou produktivitu technologického postupu. Velikost nákladu závisí na konstrukci, velikosti vlastního drapáku a jeho čelistí. Standardní drapáky pro náklad dřeva nejsou vhodné. Vzhledem ke své konstrukci nepronikají do hromad klestu a pláty na jejich konci snadno nabírají i půdu, která následně způsobí otupení provozních částí štěpkovačů. Hmota nabraná speciálním drapákem je kompaktnější. Ve Finsku byl zkonstruován tzv. prstový drapák. Ten byl původně vyroben odstraněním spodních spojovacích plátů běžného drapáku. V praxi se využívají drapáky se dvěma nebo třemi prsty na každé straně.

Výhody „prstového drapáku“:

- nenabírá nečistoty ze země,
- lépe proniká do hromady klestu,
- vykládka a nakládka je rychlejší,
- náklad má větší objem o 30 - 45 % a je kompaktnější.

Tab. 6: Objem těžebních zbytků nabraných jednotlivými drapáky o stejné velikosti (SAURANEN & VESISENAHO 1996)

	Objem těžebních zbytků (m ³)	
	Nakládka	Vykládka
Prstový drapák	0,32	0,38
Standardní těžařský drapák	0,22	0,26

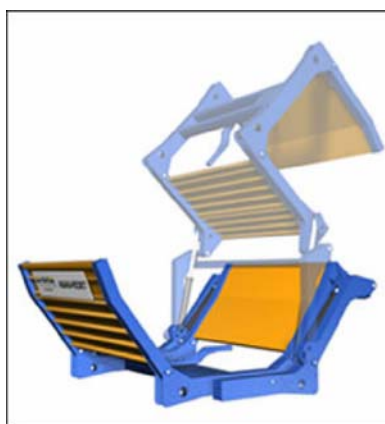
Vyvážecí traktory a přívěsy se zvýšenou ložnou kapacitou

Dalším trendem v soustřeďování těžebních zbytků je zvětšování kapacity vyvážecích traktorů a vyvážecích souprav. Při použití standardních typů nedochází k využití užitečné nosnosti. Hustota těžebních zbytků se pohybuje v rozmezí 80 - 150 kg/m³. Pro zvýšení produktivity v procesu soustřeďování těžebních zbytků se provádějí úpravy – zejména zvětšováním ložného prostoru. Nejjednodušší a nejlevnější variantou je prodloužení klanic do výšky, prodloužení ložného prostoru a instalace předních a zadních zábran. Existují prototypy strojů, kde se klanice od sebe vzdalují hydraulicky, takže si stroj uchovává své vlastnosti pro transport dříví a navíc nabízí výhodné vlastnosti pro dopravu klestu.



Obr. 11: Vyvážecí přívěs umožňující kompresi – nakládání (Havu-Hukka, Finsko)

Další řešení pro přepravu těžebních zbytků zefektivňuje soustřeďování nejen zvětšeným ložným prostorem a kompresí, ale možností naložený klest vyklopit.



Obr. 12: Nástavba na forwarder (vyvážecí traktor), umožňující kompresi a následné vyklopení těžebních zbytků (Allan Bruks)

Rozvoj a nasazení speciálních technologií závisí zejména na ekonomické výhodnosti využívání těžebních zbytků pro energetické účely a dostupnosti jednotlivých speciálních technologií v ČR.

Technologie pro zpracování rychle rostoucích dřevin

Pokud předpokládáme rozvoj pěstování rychle rostoucích dřevin (RRD) na mnohahektarových plantážích, musíme také uvažovat o jejich efektivní sklizni. Od určité velikosti plochy již není možné sklízet vrby či topoly za pomoci křovinořezu, několika pracovníků a diskového štěpkovače. Sklizeň rychle rostoucích dřevin bude pravděpodobně v mnohém podobná sklizni zemědělských plodin, kdy jeden stroj obstará všechny potřebné operace.

Správné nasazení mechanizace je důležitým předpokladem rentability produkce rychle rostoucích druhů dřevin. Podle zahraničních zkušeností tvoří náklady na sklizeň RRD 30 až 60 % celkových nákladů a určují tak z velké části cenu štěpky z RRD.

Základní způsoby těžby RRD dělíme na:

- kmenový,
- svazkový,
- štěpkový.

Metoda kmenových výřezů

Získání kulatiny vyžaduje minimálně desetiletou obmýtní dobu (topolové lignikultury). V tomto případě je nasazována klasická těžební lesnická technika. Jedná se o ruční motorové pily případně malé harvestory.

Svazková metoda

Při svazkové metodě jsou jednotlivé stromy nebo výhony dřevin jedním pracovním úkonem skáceny a sebrány. Vznikají volně ložené nebo drátem či svazkovou přízí ovíjené svazky. Do meziřad položené svazky jsou následně odváženy nebo na místě štěpkovány. Výhodou řadových porostů je možné použití takzvaných sekacích samovazačů. Ty v jednom plynulém pracovním úkonu stromy pokácí a na ložné ploše svazkují. Takto vznikající svazky jsou následně vyskladňovány většinou na okraji porostu, následně transportovány a v případě potřeby mohou být dlouhodobě skladovány.

Metoda štěpkování

Zde jsou používány samojízdné stroje s nastavnými agregáty, které stromy v jednom pracovním úkonu sekají i štěpkují. Tento velmi efektivní pracovní postup byl na celém světě použit ve více než dvaceti vývojových programech, ale jen zřídka zaveden do praxe.

Slibně vypadají upravené stroje na sklizeň cukrové řepy od firmy Austoft/Case (Austrálie) a speciální sklízecí řezačky německých firem Claas a HTH. Perspektivní se jeví i montáž čelně nesených sekacích a štěpkovacích strojů před traktor. S výjimkou třídy řezaček se jedná o prototypy, které svoji praktičnost prokazují v omezeném rozsahu.



Obr. 13: Claas Jaguar upravený pro sklizeň RRD



Obr. 14: Přídavný agregát na traktor s možností kácení a štěpkování

Těžba topolů s dlouhou obmětní dobou je běžně řešena tradiční lesnickou technikou. Ve Skandinávii započatý vývoj sekacích samovazačů, které proutí i stromy do průměru 70 mm sbírají a vykládají na souvrati, nebude v současnosti pravděpodobně dále následován. Těžební stroje, které zároveň kácí a štěpkují, se dosud prosadily nejvíce. V Německu jsou nabízeny dva speciální řezací stroje pro polní řezačky, které jsou v podstatě určeny jen na těžbu porostů vrb a velmi mladých porostů topolu do průměru 70 mm. Z hospodářského hlediska je jejich použití vhodné na velkých plochách. Vybíjet se budou cenově výhodné nastavné agregáty na traktory, které produkují uskladnitelnou hrubou štěpku a zároveň mohou být nasazeny na topolových porostech s obmětní dobou od tří do pěti let.

5 Použitá a doporučená literatura

Alakangas, E., Sauranen, T. & Vesisenaho, T. 1999. Production techniques of logging residue chips in Finland. VTT Energy, AFB NET IV and Benet, ENE39/TO039/99. 83 p.

Bartoš Z.: Soustředování dříví jednoduchým smykem. In: Seminář Agro-Eko-Les 96, Písek, s. 5-9.

Binder R.: Lanové dopravné zariadenia a šmyky, SVPL, Bratislava, 1957.

Bláha Jaromír, Baláž Erik, Simon Ondřej: Poškození lesní půdy škodí budoucímu lesu i vodám, Lesnická práce č. 11/2007, s. 20-21.

Dymáček R.: Technicko-technologické možnosti využití drátěných lanových smyků, MZLU, Brno, 1995.

Dvořák, J. 2005: Mechanizační prostředky na zpracování těžebních zbytků a vývoj technologií v LH, In: Moderní těžebně-dopravní technologie a mechanizované zpracování těžebních zbytků v rámci ŠLP v Kostelci nad Černými lesy, ČZU v Praze, 2005, s. 19-26.).

Forstmaschinen und profi 5/2007.

Gášparík J.: Približovanie dreva lanovkami, SVPL, Bratislava, 1963.

Grečenko A.: Kolové a pásové traktory, SZN, Praha, 1963, 402 s.

Hafner F.: Moderná doprava dreva v praxi, SVPL, Bratislava, 1961.

Horek Přemysl a kol.: Lesní lanovky, ŠLP Křtiny, rok vydání neuveden, 135 s.

Horek Přemysl: Lanovkové přibližování dříví v NP České Švýcarsko, Lesnická práce č. 11/2004.

Horek Přemysl: Má lanovkové přibližování dříví v zemích EU perspektivu? Lesnická práce č. 11/2004.

Hořejší Jan: Šetření ČIŽP v Boleticích. Přístup k odstraňování následků kalamity, Lesnická práce č. 11/2007, s. 16-17.

Jindra J.: Kůň v lesním průmyslu, SZN, Praha 1955.

Klvač Radomír, Skoupý Alois: Energetický audit s návazností na ekonomické hodnocení těžebních technologií. In DUDÍK, R. - KUPČÁK, V. Ekonomické aspekty hospodaření v lesním vegetačním stupni 1- lužní lesy. Brno: Ústav lesnické a dřevařské ekonomiky a politiky, LDF, MZLU v Brně, 2006, s. 45--50. ISBN 80-7157-987-4.

Kolektiv: Budoucnost chladnokrevných koní v lesnictví (anketa), Lesnická práce č. 11/2007, s. 26-27.

Kolektiv: Oblastní plán rozvoje lesů - Metodika , 1999.

Koroleffr A.: Skidding Wood by Wire, 1944.

Korpilahti, A. 2001. Forest residues harvesting chain based on chipping at the end use) Espoo. Technical Research Centre of Finland. In: Alakangas, E. Yearbook 2001 of Wood Energy Technology Programme. VTT Symposium 216. p 137-152.

Koutecký Bohuslav, Horek Přemysl: Lanovkové přibližování dříví v NP České Švýcarsko, Lesnická práce č. 11/2004.

Leinonen, A., 2004. Harvesting technology of forest residues for fuel on the USA and Finland. Espoo. VTT. VTT Tiedotteita – Research Notes 2229. 132 p. + app. 10 p.

Liška Stanislav, Klvač Radomír: Analýza spotřeby paliv harvesterové technologie. In ČERMÁK, P. BODEJČKOVÁ, I. ŽID, T. Krajina-Les-Dřevo. Brno: Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně, 2007, s. 435-441. ISBN 978-80-87139-79-0.

Málek Jaromír: Historický průzkum Lesního závodu Telč 1965.

Messingerová V.: Doprava dřeva vrutníky. habilitačná práca, ČZU LF Praha, 2000, 133 s.

Messingerová V., LUKÁČ T.: Sústreďovanie dreva vrutníkmi, 2000, J.FOR.SCI.,46, (5):226 – 236.

Metzl Jan, Košulič Milan st.: 100 otázek a odpovědí k obhospodařování lesa přírodě blízkým způsobem.

Modrý Martin, Simanov Vladimír: Terrain properties of selected sites in Jizerské hory Mts., Czech Republic. Journal of Forest Science. 2002. sv. 48, č. 7, s. 316--325. ISSN 1212-4834.

Neruda, Jindřich: Vliv pojezdu standardních a nízkotlakých pneumatik na půdu. In Sborník referátů mezinárodní konference - Logistika technické výroby dřeva v Karpatoch-. Zvolen: Technická univerzita Zvolen, 2002, s. 168--175. ISBN 80-228-1170-X.

Neruda Jindřich, Pecl Josef, Rousek Miroslav, Skoupý Alois, Ulrich Radomír, Valenta Jan, Kulhavý Jiří: Technologie a technika pro trvale udržitelné hospodaření v lesích se zohledněním velikosti majetku. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005 s. 347--380. ISBN 80-7157-844-4.

Neruda Jindřich, Ulrich Radomír, Valenta Jan, Čermák Jan, Nadyezhdina Nadiya, Gašpárek Jan, Adamčík Libor, Knott Robert, Naděždin Valerij, Martinková Milena, Gebauer Roman, Prax Alois, Pokorný Eduard, Culek Ivan, Aubrecht Luděk, Staněk Zdeněk, Koller Jan, Hruška Jiří: Vliv pojezdu vyvážecích traktorů na kořenový systém stromů a metody pro jeho hodnocení. In Mobilné energetické prostriedky - Hydraulika - Životné prostredie - Ergonómia mobilných strojov, Zborník z medzinárodnej konferencie. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2005, s. 221--233. ISBN 80-228-1488-1.

Neruda Jindřich, Simanov Vladimír: Technika a technologie v lesnictví, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. 324 s. ISBN 80-7157-988-2, skripta.

Neruda Jindřich, Ulrich Radomír, Valenta Jan: Analýza faktorů výkonnosti středních harvesterů. In PUCHOVANOVA, I. Trendy lesníckej, drevarskej a environmentálnej techniky a jej aplikácie vo výrobnom procese. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta environmentálnej a výrobnéj techniky, 2006, s. 156--163. ISBN 80-228-1648-5.

Pecl Josef: Applicability of small mechanization in small forests of the Czech Republic. In Proceeding of the International Scientific Conference Forest and Wood Technology vs. Environment. 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, 2000, s. 281. ISBN 80-7157-471-6.

Pecl Josef: Malotraktory a jejich použitelnost v lesích ČR. In Sborník referátů mezinárodní konference Logistika technické výroby dřeva v Karpatoch. Zvolen: Technická univerzita Zvolen, 2002, s. 184-190. ISBN 80-228-1170-X.

Petr J. - Bartoš Z.: Lanová dopravní zařízení. Brno, LDF MZLU 1995, 64 s., skripta.

Radvan Jaroslav: Kůň v lesním hospodářství (Příručka pro kočí režijních potahů), Praha, SZN 1990, 229 s. ISBN 80-209-0103-5.

Roško, P.: Kůň při stavbě lanovek. Les, XVII (1961), s. 316.

Sauranen, T. & Vesisenaho, T. 1996a. Hakkuutähdekuorman tiivistäminen tukeilla. (Tightening of forest residue load with logs). Jyväskylän VTT Energia. Keski-Suomen Metsäenergia projekti, Raportti 10.1.1996.

Simanov Vladimír: Ochrana geobiosféry při využívání strojů v lesní výrobě, 1.vyd., Brno : VŠZ 1989
63 s. + příl.

Simanov Vladimír: Lesní těžba. In Poleno Z.: Příručka pro majitele lesa, Praha: Agrospoj, 1992. s. 155-189, příručka.

Simanov Vladimír: Těžební činnost - Šetrné soustřeďování dříví. 1. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 1996. 4 s.

Simanov Vladimír: Těžební činnost z hlediska přírodě blízkého obhospodařování lesa. Reports of Forestry Research. 1998. sv. 43, č. 2, s. 36--38. ISSN 0322-9688.

Simanov Vladimír: Technologie soustřeďování dříví minimalizující riziko vodní eroze. In Lesnické hospodaření v povodí vodárenských nádrží a toků. Bílá v Beskydech, ČLS, 1999, s. 18-21.

Simanov Vladimír: Technologie těžby a přibližování dřeva jako nástroj managementu lesních porostů In: Míchal I., Petříček V.: Péče o chráněná území. II. - Lesní společenstva. 1. vyd. Praha, Česká republika: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 1999. s. 208 - 227. ISBN 80-86064-14-X.

Simanov Vladimír: Stav a perspektivy soustřeďování dříví lanovými dopravními zařízeními. In Použití lanovky Larix v podrobném hospodářství. Křtiny: MZLU v Brně, 2000, s. 10 - 17.

Simanov Vladimír: Elektronický text přednášky s názvem "Ekologizace výrobních procesů, eroze, narušování půdy a poškozování stromů, možnosti snižování škod na lesních ekosystémech", 8.10.2001.

Simanov Vladimír: Elektronický text přednášky s názvem „Lanová dopravní zařízení“, 8.10.2001.

Simanov Vladimír: Elektronický text přednášky s názvem „Systematika soustřeďování dříví, terminologie, manuální soustřeďování dříví, gravitační soustřeďování dříví, animální soustřeďování dříví“, 23.9.2001.

Simanov Vladimír: Elektronický text přednášky s názvem „Těžební metody“ 23.9.2001.

Simanov Vladimír: Elektronický text přednášky s názvem "Vyvážecí soupravy a vyvážče, konstrukce a použití", 1.10.2001.

Simanov Vladimír: Technologie lesnických činností v lesích se zvýšeným zájmem ochrany přírody. In Limity a rizika uplatňování produkčních funkcí lesa ve zvláště chráněných územích. Brno: MZLU v Brně, 2002, s. 43--51. ISBN 80-7157-585-2, článek ve sborníku.

Simanov Vladimír: Soudobé technologie těžby a dopravy dříví ve smrkových porostech. In Smrk - dřevina budoucnosti. Svoboda nad Úpou: Lesy České republiky, s.p., 2004, s. 83--89.

Simanov Vladimír, Kohout Václav: Těžba a doprava dříví. Písek : Matice lesnická 2004, 411 s. il. ISBN: 80-86271-14-5.

Simanov Vladimír: Lesní těžba, Křtiny: Školní lesní podnik Masarykův les Křtiny, 2007. 144 s., skripta, učebnice.

Šmelko Vladimír, Vizslai Igor: História a súčasnosť chovu koní na Muráni, Lesnická práce č. 11/2007, s. 24-25.

Šmerda T., Bauer F.: Vliv plochy otisku pneumatiky na energeticko výkonnostní parametry traktorové soustavy, Brno, AF MZLU, 2006, 14 s.

Ulrich Radomír: Zjišťování škod těžební činností na půdě a porostu. In Sborník referátů mezinárodní konference - Logistika technickej výroby dreva v Karpatoch. Zvolen: Technická univerzita Zvolen, 2002, s. 283--288. ISBN 80-228-1170-X.

Ulrich Radomír: Snížení zátěže na lesní půdu lesnickými stroji, In: Harvestorové technologie v lesním hospodářství v rámci programu SAPARD, ČZU v Praze, 2004, ISBN 80-213-1154-1 http://www.soules.cz/harvestory_kurzy_soubory/brozura_%20k%20tisku.pdf (17.11.2007).

Ulrich Radomír: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2005. 1. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2006. Výroba a dovoz lesnické techniky, s. 110--114. ISBN 80-7084-550-3.

Ulrich Radomír, Neruda Jindřich, Zeman Vlastimil, Zemánek Tomáš: Harvestorové technologie a jejich optimální užití v praxi. 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, 2006. 87 s. ISBN 80-7375-012-0.

Ulrich Radomír, Valenta Jan: Kriteria výběru porostů vhodných pro harvestorovou techniku. In Messingerová, V., Stanovský, M.: Perspektiva vývoje Ťažbovo-dopravného procesu a využití biomasy v lesním hospodářství. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2006, s. 277--281. ISBN 80-228-1661-2, článek ve sborníku.

Ulrich Radomír, Neruda Jindřich: Příručka harvestorových technologií. 1. vyd. Brno: Ediční středisko MZLU v Brně, 2007. 38 s.

Ulrich Radomír, Neruda Jindřich, Drastich Jiří: Kolopás pro měkká a podmáčená podloží, 2007, prototyp a metodika.

Ulrich Radomír, Neruda Jindřich, Kupčák Václav, Slodičák Marian: Uplatnění sortimentních technologií. 1. vyd. Praha: Vojenské lesy a statky ČR, s.p., 2007. 64 s.

Vacek Stanislav, Simon Jaroslav, Remeš Jiří a kolektiv: Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů.

Vyhláška č. 83/1996 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů.

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích, v platném znění.

Žaba R.: Přibližování dříví koňmi a jinými způsoby, Praha, SZN, 1963.

Zpracovala odborná skupina pod vedením Ing. Kamila Vyslyšela (kapitola 1 - Ing. S. Carbol - ÚHÚL, kapitola 2 - Ing. P. Pumpr, Ing. M. Sotorník (část) – oba ÚHÚL, kapitola 2.5.2 Ing. Z. Bartoš – ÚHÚL, kapitola 3 - Ing. Z. Bartoš - ÚHÚL, kapitola 4 - Ing. Z. Bartoš - ÚHÚL, kapitola 4.2.5 Ing. J. Příhoda - Lesnická práce, kapitola 5. – kolektiv).

Odpovědný vedoucí Martin Polívka DiS.