

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav lesnické a dřevařské techniky

**ROZBOR ALTERNATIVNÍHO POUŽITÍ TĚŽEBNĚ
DOPRAVNÍCH TECHNOLOGIÍ U LESNÍHO DRUŽSTVA
PŘIBYSLAV**

Diplomová práce

Zadání diplomové práce

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Rozbor alternativního použití těžebně dopravních technologií u Lesního družstva Příbrav zpracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne: 7.4. 2016

Bc. Aneta Zichová

Poděkování

„Tímto bych chtěla poděkovat mému vedoucímu práce, panu prof. Ing. J. Nerudovi, za odbornou pomoc při zpracování diplomové práce. Děkuji velice Lesnímu družstvu obcí Příbyslav, které mi umožnilo zpracování diplomové práce, především děkuji Lesní správě Staré Ransko, vedoucímu lesní správy, panu Václavu Augustinovi a panu hajnému Radku Debnárovi za ochotu a pomoc při poskytnutí veškerých informací. V neposlední řadě děkuji také své rodině a přátelům za podporu při zpracování diplomové práce.

Abstrakt

Jméno: Bc. Aneta Zichová

Název: Rozbor alternativního použití těžebně dopravních technologií u Lesního družstva Příbyslav.

Diplomová práce je zaměřena na použití těžebně dopravních technologií u Lesního družstva Příbyslav. Práce se zabývá celkovou charakteristikou motomanuální těžby, harvesterové technologie a vytvořením kritérií pro jejich nejšetrnější nasazení v lesních porostech. Vhodné porosty pro nasazení motomanuální těžby byly selektovány na základě kritérií: terénní typ a edafická kategorie, hospodářský způsob, minimální věk, těžební předpis. Výběr porostů vhodných pro nasazení harvesterové technologie byl proveden na základě kritérií: terénní typ a edafická kategorie, minimální zastoupení jehličnanů, hospodářský způsob, minimální věk, těžební předpis, typ podvozků, úřez harvesterové hlavice. Dále je v práci zpracována orientační kalkulace nákladů na těžbu a přiblížení dřeva při využití harvesterové technologie a motomanuální těžby a porovnání výsledků jednotlivých technologií.

Klíčová slova: harvesterové technologie, motomanuální těžba, terénní typ, těžební předpis, náklady

Abstract

Name: Bc. Aneta Zichová

Title: Analysis of the Alternative Use of Mining Transportation Technology at the Příbyslav Forest Cooperative.

The objective of this diploma work is the use of mining transportation technology at the Příbyslav Forest Cooperative. The work deals with the overall characteristic of moto-manual mining, harvesting technology and the creation of criteria for their most effective use for forest crops. Suitable crop growth for the use of moto-manual mining was selected based on the following criteria: terrain type and edaphic category, economic method, minimum age and mining regulation. The selection of suitable crops for the use of harvesting technology was conducted based on the following criteria: terrain type and edaphic category, minimum representation of conifers, economic method, minimum age, mining regulation, type of chassis and the cut of the harvesting head. Furthermore, the work includes an approximate calculation of the mining expenses and bringing the wood closer when using harvesting technology and moto-manual mining as well as comparing the results of the individual technologies.

Key words: harvesting technology, moto-manual mining, terrain type, mining regulation, expenses

Seznam použitých zkratek

ČR – Česká republika

EU – Evropská unie

EVL – evropsky významné lokality

HK – hospodářská kniha

HT – harvestorové technologie

HZ – hospodářský způsob

CHKO – chráněná krajinná oblast

JPRL – jednotka prostorového rozdělení lesa

LDO – lesní družstvo obcí

LHC – lesní hospodářský celek

LHP – lesní hospodářský plán

MÚ – mýtní úmyslná těžba

NPR – národní přírodní rezervace

OM – lokalita odvozní místo

P – lokalita pařez

PP – přírodní památka

PR – přírodní rezervace

PÚ – předmýtní úmyslná těžba

RMŘP – ruční motorová řetězová pila

SLKT – speciální lesní kolový traktor

SLT – soubor lesních typů

SM – smrk ztepilý (*Picea abies*)

THP – technicko-hospodářský pracovník

Obsah

Obsah	8
1. ÚVOD	11
2. CÍL PRÁCE	13
3. MATERIÁL	14
3.1 Systematika dopravy v lesním hospodářství	14
3.1.1 Systematika soustředování dříví	14
3.2 Terminologie soustředování dříví	16
3.3 Základní rozlišení těžebně-dopravních strojů	16
3.4 Charakteristika motomanuální těžby	18
3.4.1 Ruční motorová řetězová pila (RMŘP)	18
3.4.2 Kůň	19
3.4.3 Traktory a tahače pro úvazkové soustředování	20
3.4.4 Stroje pro vyvážení dříví	22
3.5 Faktory ovlivňující nasazení motomanuální těžby	24
3.5.1 Kritéria výběru vhodných porostů pro motomanuální těžbu	24
3.5.2 Technologická příprava pracoviště	29
3.6 Vliv mechanizačních prostředků na lesní porost	32
3.6.1 Kategorie poškození lesního prostředí těžební činností	33
3.7 Charakteristika harvesterové technologie těžby	38
3.7.1 Současný stav HT lesní těžby v ČR a zahraničí	38
3.8 Charakteristika základních konstrukčních parametrů současných HT	43
3.8.1 Harvestory	43
3.8.2 Vyvážecí traktory a vyvážecí soupravy	50
3.9 Faktory ovlivňující nasazení harvesterových technologií (HT)	56
3.9.1 Kritéria výběru vhodných porostů pro HT	56
3.9.2 Technologická příprava pracoviště	60
3.9.3 Kvalifikace operátora	62
3.9.4 Plánování nasazení HT	63
3.10. Vliv mechanizačních prostředků na lesní porost	64
3.10.1 Poškození stojících stromů	65
3.10.2 Poškození lesní půdy	66
3.10.3 Asanace škod	68
3.11 Sortimentní těžební metoda	68
4. METODIKA	71
4.1 Zdroje dat	71

4.2 Stanovení kritérií pro nasazení motomanuální těžby	71
4.2.1 Terénní typ a edafická kategorie	72
4.2.2 Hospodářský způsob	73
4.2.3 Minimální věk	73
4.2.4 Těžební předpis	73
4.3 Stanovení kritérií pro nasazení harvestorové technologie.....	74
4.3.1 Terénní typ a edafická kategorie	74
4.3.2 Minimální zastoupení jehličnanů	75
4.3.3 Hospodářský způsob	75
4.3.4 Minimální věk	76
4.3.5 Těžební předpis	76
4.4 Rozdělení porostů dle vhodnosti.....	76
4.5 Stanovení kritérií harvestorů.....	78
4.5.1 Typ podvozku.....	78
4.5.2 Úřez harvestorové hlavice.....	79
4.6 Kalkulace spotřeby času – porovnání nasazení HT a motomanuální těžby	80
4.7 Doporučení pro provozní praxi	81
5. Výsledky	82
5.1 Charakteristika LHC LDO Příbyslav	82
5.2 Popis a analýza přírodních podmínek na LHC LDO Příbyslav	83
5.1.2 Přírodní lesní oblast.....	85
5.1.3 Lesní vegetační stupně	85
5.1.4 Ekologické certifikáty	85
5.1.5 Cílové hospodářské soubory	85
5.1.6 Přehled vyhlášených kategorií lesů	89
5.1.7 Současné těžební technologie využívané na LHC LDO Příbyslav	91
5.2 Sumarizace porostů dle stanovených kritérií	93
5.2.1 Všeobecné charakteristiky třídění porostů	93
5.2.2 Výsledky dle přiřazených podvozků a dle úřezu harvestorové hlavice	100
5.2.3 Výsledná kombinace vhodných podvozků a úřezu harvestorových hlavíc.....	105
5.3 Venkovní šetření reálného využití HT v terénu	109
5.4 Návrh optimálních technologií harvestorových uzlů	117
5.5 Kalkulace potřeby času – porovnání HT a motomanuální těžby	123
6. Diskuse a doporučení pro provozní praxi	139
7. Závěr	145
8. Summary	147

9. Seznam literatury	149
10. Přílohy.....	152

1. ÚVOD

Během minulého století prošlo české lesnictví, z hlediska technického vybavení, významným vývojem. Týká se to nejen samotné těžby, přibližování a dopravy dříví, ale i pěstební výroby. Dostali jsme se od používání základního dřevorubeckého nářadí, jako je sekera a ruční pila; od primitivního přibližování pomocí lidské a koňské síly, až k vysoce výkonným harvestorovým technologiím lesní těžby, které v současné době vytlačují těžební technologie používané na konci 20. století (Brandejs, 2006).

K rozvoji mechanizace prací v lesním hospodářství došlo až v druhé polovině dvacátého století, kdy byly postupně zaváděny prostředky pro všechny základní výrobní fáze, zejména pro těžbu, opracování stromů, dopravu, skladování a manipulaci dříví, ale i pro zemní práce stavební činnost, přidruženou výrobu. Mechanizace snížila namáhavost prací, zvýšila jejich výkonnost a mnohdy i kvalitu (Neruda a kol., 2013).

Lesní výroba zahrnuje různorodý soubor výrobních technologií a pracovních postupů, pro něž lze v současnosti využít řadu různých progresivních technických prostředků, jako jsou mechanizační prostředky – stroje, jejich soubory, zařízení, přístroje a pomůcky (Neruda a kol., 2013).

Postupným vývojem se dostalo odvětví lesního hospodářství až k plně mechanizovaným technologiím, které jsou uplatňovány nejen v podmínkách ČR stále větší mírou. Cílem těchto technologií je snížení nákladů na lesní výrobu, zlepšení kvality prováděné práce, snížení negativních vlivů těžební činnosti na lesní ekosystémy a v neposlední řadě i předcházení nemocem z povolání (Sysel, 2014).

Zvyšování objemu vytěženého dříví harvestorovou technologií lesní těžby je dáno technickým pokrokem v konstrukci mobilních těžebních strojů, což vede k jejich nasazování v náročnějších terénních podmínkách, ale i k použití v porostech, kde je prováděna výchovná těžba nebo těžba za účelem prosvětlení porostů. Nejsou tedy orientovány pouze na technologicky lépe zvládnutelné mýtní těžby formou holých sečí. Na problematiku nasazování víceoperačních strojů nelze pohlížet pouze z jedné strany a to absolutního nasazení v jakýchkoli podmínkách. Je třeba si uvědomit, že ne všude je možné tyto stroje šetrně a efektivně využívat. Výběr porostů pro harvestory a následně pro vyvážecí traktory (forwardery) musí být zaměřen na maximální výkonnost stroje

s minimálními dopady na porost, podrost i půdu. Významný limitující faktor efektivního nasazení harvestorů je i zastoupení jehličnatých dřevin, hlavně smrku a borovice. Tyto požadavky není možné za každých podmínek dodržet, a proto budou i nadále porosty, kde se bez motorové pily a koňského potahu, lanového dopravního zařízení, popřípadě traktoru neobejdeme (Brandejs, 2006).

Harvestorovou technologii lesní těžby lze považovat za progresivní, a do budoucna stále se rozvíjející metodu, proto je třeba pro její využití volit správné porosty a nedat odpůrcům moderních technologií podnět ke kritice (Sysel, 2014).

Efektivní a šetrné uplatnění klasických motomanuálních těžebních technologií i technologií založených na použití harvestorů a forwarderů je možné docílit při respektování souboru optimalizačních kritérií. O takový přístup se pokouší i předložená diplomová práce.

2. CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je rozbor alternativního použití těžebně dopravních technologií u Lesního družstva Příbyslav. Harvestorové a motomanuální těžební technologie jsou limitovány ve svém nasazení faktory, na základě kterých budou vytvořena kritéria pro nasazení harvestorové technologie a zvláště kritéria pro nasazení motomanuální těžby. Na základě vytvořených kritérií budou porosty tříděny.

Aby bylo možno s určitou odpovědností posoudit vhodnost porostů, je třeba dosáhnout dílčích cílů:

Dílčí cíle:

- Faktory ovlivňující nasazení motomanuální těžby a harvestorové technologie.
- Stanovení kritérií pro nasazení motomanuální těžby a harvestorové technologie.
- Filtrace porostů dle stanovených kritérií.
- Vymezení rozsahu použití harvestorové technologie a motomanuální těžby.
- Orientační kalkulace nákladů na těžbu a přiblížení dřeva při využití harvestorové technologie a motomanuální těžby.
- Porovnání výsledků jednotlivých technologií.

3. MATERIÁL

3.1 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 (Neruda a kol., 2013). Dopravou dříví rozumíme přemísťování dříví od místa jeho těžby až k místu jeho zpracování (Simanov, Kohout 2004).

První etapu tohoto procesu označujeme jako primární doprava dříví nebo soustředování dříví. V této etapě se jedná přemísťování dříví neupraveným, nebo jen částečně upraveným terénem. Další etapu označujeme jako sekundární dopravu dříví, při níž se dříví transportuje po upravených komunikačních spojnicích. Těmi mohou být cesty, železnice a plavební kanály (Simanov, Kohout 2004).

3.1.1 Systematika soustředování dříví

Každý způsob soustředování dříví je charakterizován určitou úrovní produktivity práce, kultury, hygieny a bezpečnosti práce. Hlavním rozlišovacím znakem je proto podíl ruční, resp. animální práce. Rozlišujeme základní technologické skupiny soustředování dříví:

- manuální soustředování dříví
 - Manuální soustředování je možné jen v případech snášení stromků vytěžených v prořezávkách a prvních probírkách. Dalšími varianty manuálního soustředování jsou koulení dříví, kozelcování (házení) krátkých výřezů se svahu do údolí, vyklizování ručními kolesnovými vozíky (Neruda a kol., 2013).
- gravitační soustředování dříví
 - Tímto se označují všechny historické i používané způsoby dopravy, při kterých je využívána gravitace (Neruda a kol., 2013).
- animální soustředování dříví
 - Při animálním soustředování se využívá různých domestikovaných zvířat, kdy je náklad vlečen po zemi, vezen na vozidle taženém zvířetem (Neruda a kol., 2013).

- mechanizované soustředování dříví
 - Mechanizované soustředování dříví je naprosto převládající dopravou dříví od lokality P na OM. Je nutné dbát na technologickou provázanost technických prostředků v celém komplexu operací, a jejich seřazení do výrobního postupu, vycházejícího z těžební metody (Neruda a kol., 2013).
 - Komplexně mechanizované, proces při kterém je celý proces soustředování dříví je realizován bez doteku lidské ruky. Označujeme jej jako bezúvazkové, a je možné jen při použití vyvážecích souprav, u kterých se náklad sestavuje hydraulickou rukou, nebo při použití traktorů s klešťovými závěsy (Simanov, Kohout 2004).
 - Částečně mechanizované proces, který je označován úvazkový, při kterém je nutný podíl fyzické práce jako např. zatahování lana navijáku do porostu a vázání úvazků (Simanov, Kohout 2004).

Podle prostředí ve kterém se soustředování realizuje, rozlišujeme:

- pozemní soustředování dříví, které lze rozdělit na soustředování:
 - vynášením, kdy je dříví dopravováno bez kontaktu s půdním povrchem
 - vlečením, smýkáním po půdním povrchu, včetně dopravy dříví v polozávěsu a polonávěsu (vyvážecí soupravy a traktory se svěrným oplnem – klembankem)
 - vyvážením, kdy náklad spočívá zcela na transportním prostředku (Neruda a kol., 2013).
- vzdušnou dopravu (soustředování) dříví:
 - vrtulníky
 - balóny a vzducholodmi
 - lanovými dopravními zařízeními (Neruda a kol., 2013).
- vodní dopravu (soustředování) dříví, kdy se o soustředování dříví jedná jen při použití vodních smyků – v ostatních případech se jedná o sekundární dopravu (Neruda a kol., 2013).

Podle smyslu soustředování dříví rozlišujeme gravitační soustředování dříví, tj. pohyb dříví se svahu dolů, a antigravitační soustředování dříví, tj. pohyb dříví proti svahu (Neruda a kol., 2013).

3.2 Terminologie soustředování dříví

- Soustředování dříví je veškerý transport dříví od pařezu na odvozní místo.
- Vyklizování je transport dříví z místa těžby k přibližovací lince, zpravidla prováděný vlečením po zemi, bez nakládání na transportní prostředek, a 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 (Neruda a kol., 2013).

3.3 Základní rozlišení těžebně-dopravních strojů

Těžebně-dopravní proces může být v lesním hospodářství zabezpečován prostřednictvím řady mechanizačních prostředků. V tzv. standardních (konvenčních) těžebních technologiích je typickým motomanuálním strojem přenosná motorová pila. Pilou je strom pokácen, odvětven a rozřezán na výřezy. Pro primární mechanizovaný transport dříví v těchto technologiích slouží dnes již běžné mobilní stroje (traktory a tahače s navijáky), lesní lanovky. U standardních technologiích je jedním z charakteristických znaků poměrně vysoký podíl ruční práce (Neruda a kol., 2013).

Ve vysoce mechanizované technologii lesní těžby se vyčleňuje široká skupina mechanizačních prostředků, které označujeme jako těžebně-dopravní stroje, pro které je typickou vlastností výrazně snížený podíl manuální práce, podstatně vyšší produktivita práce, vyšší bezpečnost a hygiena práce. Úkolem těžebně-dopravních strojů je vykonávat řadu operací a úkonů, mohou být do těžebního procesu zařazeny v různém pořadí. Postavení těchto strojů ve výrobním řetězci může být tedy různé a volitelné dle

okamžitých potřeb a zároveň s nimi souvisejících poskytovaných možností (Neruda a kol., 2013).

Těžebně-dopravní stroje rozdělujeme podle řady kritérií:

- Počet vykonávaných operací
 - Jednooperační stroje
 - Káceče – usměřovače
 - Odvětvovače
 - Přibližovací prostředky
 - Štěpkovače (bez vyvážení štěpek)
 - Ostatní jednooperační stroje
 - Víceoperační stroje
 - Procesory odvětvují, zkracují, třídí, měří, ukládají, atd., avšak nekácejí
 - Harvestory kácejí, odvětvují, zkracují, (třídí), přemísťují (vyklizují), měří, kubírují, registrují a ukládají podle sortimentů podél vyvážecích linek
 - ostatní víceoperační stroje vykonávají více než jednu operaci, ale nejsou procesorem ani harvestorem, např.:
 - Káceč – hromádkovač
 - Káceč – vytahovač
 - Káceč – přibližovač
 - Káceč – odvětvovač – přibližovač
 - Štěpkovač s vyvážecím zásobníkem
 - Převozná manipulační souprava
 - Sortimentní vyvážecí traktor či souprava s drapákovou pilou
 - Sortimentní vyvážecí traktor s harvestorovou jednotkou - harwarder, neboli forwester – vykonává stejné činnosti jako harvestor, navíc dříví sám vyváží.
- Druh vykonávaných operací
 - Stroje pro kácení
 - Stroje pro odvětvování

- Stroje pro transport dříví terénem
- Stroje pro štěpkování (drcení, dezintegraci dřeva)
- Zpracování těžebního odpadu
- Stroje víceoperační (Neruda a kol., 2013).

3.4 Charakteristika motomanuální těžby

Zavádění mechanizací do těžebních prací přišlo od začátku 50. let ze zemí technicky rozvinutých a s vysokou lesnatostí (USA, Kanada, Skandinávie), ale také z oblastí, kde jsou pěstovány plantáže s dřevinami, tzn. jižní země USA a Nového Zélandu (Fleischer, 2004).

Technologie těžby dříví se liší podílem práce strojové a ruční, podle kterého je dělíme na manuální (s ruční prací), motomanuální (s použitím ručních strojů – motorových pil a křovinořezů) a mechanizované (s použitím strojů), (Neruda a kol., 2013).

3.4.1 Ruční motorová řetězová pila (RMŘP)

Motorová řetězová pila je nejrozšířenějším pracovním strojem v lesní těžbě. Přenosný a jedním pracovníkem obsluhovaný stroj, poháněný vlastním motorem a opatřený řezným nástrojem, tvořeným nekonečným pilovým řetězem, vedeným ve vodící liště. Motorové pily se rozlišují podle řady kritérií:

- Druh pohonu: spalovací motor, elektromotor, hydromotor, pneumatický motor.
- Hmotností a výkonové třídy.
- Charakter konstrukce.
- Účel použití (víceúčelové, jednoúčelové, speciální).
- Kategorie užití (profesní, farmářské, hobby).

Motorové pily jsou vybaveny vysokootáčkovými motory, převažujícím druhem pohonu motorových pil jsou spalovací, zážehové dvoudobé motory. Soudobé motorové pily se skládají se tří hlavních částí, kterými jsou motorová, řezací a nosná část. Motorové pily musí splňovat vedle funkčních parametrů také požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, proto jsou vybavovány aktivními ochrannými prvky (Neruda a kol., 2013).

Pracovník při práci s ruční motorovou řetězovou pilou musí být vybaven osobními ochrannými prostředky. Mezi osobní ochranné prostředky patří ochranná přilba, ochrana zraku (ochranná síťka, obličejový štít, brýle), ochrana sluchu (mušlové tlumiče hluku, ucpávky do uší), pracovní rukavice (pětiprsté kožené, antivibrační), pracovní

oděv transparentní barvy s kalhotami s neprůřeznou úpravou, pevná šněrovací obuv s protiskluznou úpravou podrážek a ocelovou výztuhou špičky (Neruda a kol., 2013).

Hlavním způsobem využití motorové pily je kácení, a to především v lesním hospodářství. Vykonávat s ní lze i další práce, odvětvování pokácených stromů, rozřezávání kmenů, oklest stojících stromů apod. Kácení je základní operací těžební činnosti, při níž se odděluje nadzemní část stromu od pařezu a nastává pád stromu cílený do zvoleného směru (Neruda a kol., 2013).



Obr. 1: Práce s ruční motorovou pilou (DENIK.CZ 2016)

3.4.2 Kůň

Soustředování dříví koňmi je relativně pracné s nízkou výkonností. Myšlenka pěstování lesa blízkého přírodě a s tím souvisejícím zvýšením podílu selektivních těžeb lze očekávat i zvýšení podílu soustředování dříví koňmi (Simanov, Kohout 2004).

Předností koně je princip jeho pohybu – kráčení, nezpůsobující vznik vytlačených kolejí, které jsou východiskem eroze. Technologie a technika při soustředování dříví koňmi jsou ovlivněny tažnou silou koně, úměrnou jeho hmotnosti. Trvale využitelná tažná síla koně je upřesněna z hlediska fyziologie zvířete na 10-15 % jeho hmotnosti. Vhodné je využívat koně jen při nižších hmotnostech dříví. Soustředování koňmi na přímo (z P na OM) je vhodné jen na krátké vzdálenosti do 100 m. Kombinované soustředování dříví je vyklízení dříví z lokality P na VM koněm (svazkování, balíkování, hromádkování, kuželování) a následné přiblížení jiným prostředkem s vyšší výkonností (UKT, SLKT). Ideální vzdálenost vyklizování koněm je do 50 m (40m), (Neruda a kol., 2013).



Obr. 2: Kůň při práci v lese (JULIE.RAJCE.IDNES.CZ 2016)

3.4.3 Traktory a tahače pro úvazkové soustředování

V současné době je více než 80 % objemu vytěženého dříví v ČR soustředováno traktory a tahači vybavenými lanovými navijáky, tedy úvazkovým soustředováním dříví (Neruda a kol., 2013).

Traktory jsou v ČR nejrozšířenějším prostředkem v těžební činnosti. Využívány jsou především pro soustředování dříví v „traktorových terénech“, ale nalezneme je i v „terénech lanovkových“ (Simanov, Kohout 2004).

Z technologického hlediska je významné nejen to, zda jde o UKT či SLKT s kolovým či pásovým podvozkem, ale jejich technologickou využitelnost ovlivňuje především vybavení. Tyto prostředky zahrnují strojní součásti nutné pro soustředování dříví buď přímo z výroby, nebo jsou základové stroje doplněny adaptéry dodatečně (Neruda a kol., 2013).

Použití traktorů v traktorových terénech při úvazkovém soustředování dříví je při

- vyklizování dříví lanem navijáku z pracovních polí
- vlečení nákladu dříví jízdou traktoru – přibližování
- práce na skládkách dříví (třídění, ukládání), (Neruda a kol., 2013).

Použití traktorů v lanovkových terénech při úvazkovém soustředování dříví je

- výjimečně pro soustředování dříví vlečením balíků celých stromů vlečením po spádnici

- 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), (Neruda a kol., 2013).

Další použití traktorů v těžební činnosti:

- pohonné stanice lanových dopravních zařízení
- základové stroje některých vyvážecích souprav
- tažné (trakční) prostředky
- odvětvovaly protahovacími odvětvovaly stroji
- základové stroje některých zemních strojů a levnějších procesorů i harvesterů (Neruda a kol., 2013).

Univerzální kolové traktory (UKT) jsou vyráběny ve velkých sériích a proto jsou relativně laciné oproti speciálním lesním kolovým traktorům (SLKT). Z ekonomického hlediska jim proto může být dáвана přednost všude tam, kde to jejich konstrukční parametry dovolí (Simanov, Kohout 2004).

3.4.3.1 Výbava traktorů a tahačů pro pozemní úvazkové soustředování dříví

Úprava 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. V takovémto případě je traktor plně vybaven potřebnými komponenty pro soustředování dříví (naviják – dálkově ovládaný; úplný přibližovací štít, čelní rampovač), naviják je umístěn co nejbližně 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 rezervací 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 předmětu ze stran (Neruda a kol., 2013).

Farmářská úprava UKT je jednoduché, rychle montovatelné a demontovatelné vybavení zemědělského traktoru, navijákem, závěsným na třibodový závěs hydrauliky (Simanov, Kohout 2004).

Hlavní rozdíly mezi UKT a SLKT jsou ve svahové dostupnosti, možnostech překonávat terénní nerovnosti a v rozdělení hmotnosti na nápravy. UKT jsou schopny se pohybovat po spádnicí ve sklonu do max. 25 %, u SLKT je to i nad 40 %. UKT jsou schopny překonávat terénní nerovnosti (vyvýšeniny, prohlubně) do 30 cm, ale SLKT do 50 cm. Rozdělení hmotnosti na nápravy je u SLKT s navijákem příznivější, než u UKT s profesionální kompletací navijákem. To se projevuje na větší zatížitelnosti SLKT vlečeným nákladem a na lepší říditelnosti a ovladatelnosti SLKT ve srovnání s UKT (Neruda a kol., 2013).



Obr. 3: UKT s lesní nástavbou (FORESTMER.CZ 2016)

3.4.4 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. Vyvážecí soupravy a vyvážecí traktory jsou vybaven hydraulickým jeřábem s drapákem, mohou být všechny operace provedeny jedním strojem. V mýtních a předmětních motomanuálních těžbách je možná tato varianta, kdy dříví je z porostu

vyklizováno hydraulickým jeřábem na vzdálenost danou jeho dosahem, a náklad je průběžně sestavován nakládáním na ložnou plochu (Neruda a kol., 2013).

Přínosem soustředování dříví vyvážením je snížení fyzické námahy pracovníků ve srovnání s vázáním úvazků, menší závislost na počasí, odstranění některých nepříjemných prací, kterými jsou například vázání a odvázení úvazků v bahně či ve sněhu, prodírání bušení, podrostem a klestem, snížení rizika úrazů, zvýšení denní výkonnosti pracovníka; nedochází k narušování půdního povrchu rytím čel výřezů do povrchu půdy. Dříví není poškozováno a znečišťováno vlečením po zemi. Riziko zhutnění půdy sice vzrůstá, ale tento problém je řešitelný zvyšováním počtu kol. Nevýhodou vyvážecích souprav a vyvážečů 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 s podstatně sníženou jeho manévrovatelností
- vysoké umístění těžiště snižuje příčnou nestabilitu naloženého stroje
- 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 (Neruda a kol., 2013).

Zásadní je významový rozdíl mezi vyvážecí soupravou a vyvážecím traktorem (vyvážečem, 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 polorámech, spojených kloubem (axiálním nebo středovým), řízení stroje pomocí hydraulického systému zlamovací, všechna kola jsou poháněna, a nosnost bývá výrazně vyšší, než vyvážecích souprav (Neruda a kol., 2013).
- 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 nápravy. Dokonalejší konstrukce přívěsů obsahují hydraulicky zlamovací oje (Neruda a kol., 2013).



Obr. 4: Vyvážecí souprava (VALTRA.CZ 2016)

3.5 Faktory ovlivňující nasazení motomanuální těžby

3.5.1 Kritéria výběru vhodných porostů pro motomanuální těžbu

Sklon terénu

Prostředky motomanuální těžby UKT a SLKT mají konstrukčně stanovenou podélnou i příčnou svahovou dostupnost. Na základě technických parametrů strojů a z nich vyplývajících technologických vlastností lze orientačně posoudit vhodnost jejich použití. Do 8 % sklonu terénu vyhovuje podélná i příčná stabilita strojů jejich pohybu všemi směry. Od 9 % do 15 % je pohyb kolové techniky možný pouze ve směru kolmo na vrstevnice ze svahu i proti svahu. Ve sklonu 16 až 25 % je pohyb s nákladem možný jen kolmo na vrstevnice ze svahu dolů. V rozmezí 26 až 40 % lze při respektování předcházejících zásad použít jen speciální lesní traktory. Svahy nad 41 % jsou pak již pro kolovou techniku nedostupné (Simanov, Kohout 2004).

Sklonové kategorie jsou stanoveny na základě poznatků majících vliv na technologie těžby a soustředování dříví:

sklon do 25 %

- pokácené stromy jsou stabilní v letním i zimním období
- surové kmeny a výřezy jsou stabilní v letním a většinou i v zimním období

- v nižších sklonech nedochází k bočnímu pohybu výřezů odvalováním (to nastává nad 10 %)
- lanem lze dříví vyklizovat libovolným směrem (dříví je při navíjení trvale pod směrovou kontrolou – do sklonu 10 %)
- z hlediska stability strojů je možné bezúvazkové soustředování dříví s použitím klešťových závěsů, vyvážecích souprav se svěrným oplnem (klembankem) i vyvážecích souprav sortimentních (klanicových)
- většina UKT a těžebních strojů není schopen práce nad tuto sklonovou hranici (Simanov, Kohout 2004).

sklon 26 až 40 %

- pokácené stromy jsou stabilní v letním i v zimním období
- surové kmeny a výřezy jsou většinou stabilní jen v letním období, a to ve spádnicovém směru
- vyklizování lanem je bezpečné jen po spádnici (po svahu i proti svahu), vyklizování šikmo svahem je možné jen proti svahu
- pohyb SLKT a strojů se speciálními podvozky je v létě možný po spádnici (se svahu)
- provoz lanových systémů využívajících gravitaci je možný (Simanov, Kohout 2004).

sklon nad 40 %

- pokácené stromy jsou stabilní jen v letním období
- surové kmeny a výřezy se mohou dát samovolně do pohybu (zejména za vlhka)
- vyklizování dříví lanem je bezpečně ovladatelné jen proti svahu
- práce s SLKT je možná jen ve zcela výjimečných případech a to stromovou metodou
- lanové systémy jsou hlavním prostředkem pro soustředování dříví (Simanov, Kohout 2004).

Členění ve sklonové kategorii do 25 % bylo provedeno s ohledem na užívání UKT v lesním hospodářství:

- 0-8 % UKT může jezdit všemi směry
- 9-15 % UKT se může pohybovat jen po spádnici (po i proti svahu)

- 16-25 % UKT s nákladem se může pohybovat jen po spádnicí po svahu (Simanov, 2004).

Terénní překážky

Terénní překážky jsou nerovnosti terénu, balvany, prohlubně, jejichž výška či hloubka je více než 0,5 m, a které jsou blíže než 5 m od sebe. Při vzdálenosti větší než 5 m od sebe nejsou překážkou, protože je možné je objet. Nerovnosti terénu znemožňují průjezd strojů, ovlivňují dostupnost porostů pro UKT a SLKT. UKT mohou překonávat jen 0,3 m vysoké, oblé nerovnosti, a tak je jejich pohyb možný jen v příznivém terénu a po linkách. SLKT překonávají nerovnosti do výšky 0,5 m, což je pro běžné lesní terény dostatečné. Terénní klasifikace, která je uvedena v popisu porostu či v těžební mapě je pouze orientační, proto pro volbu technologie je důležitá terénní pochůzka (Neruda a kol., 2013).

Tab.1: Terénní klasifikace dle Lesprojektu (Neruda a kol., 2013)

Sklon terénu		1 Únosné terény		2 Neúnosné terény		3 Terény s překážkami	
		terénní typ	skupina	terénní typ	skupina	terénní typ	skupina
1	do 8 %	11	A	21	D	31	E
2	9-15 %	12		22		32	
3	16-25 %	13		23		33	
4	26-40 %	14	B	24		34	
5	nad 40 %	15	C	25		35	

Současná terénní klasifikace vychází z technických možností stroje při průjezdu terénem a nebere v úvahu, jaké škody na lesním prostředí při tom mohou nastat. A proto mezi další využívané terénní klasifikace patří terénní klasifikace Macků – Popelka – Simanov, která je zachycena v tab. 2 (Neruda a kol., 2013).

Tab.2: Terénní klasifikace dle Lesprojektu (Neruda a kol., 2013)

Sklon svahu		Podloží				Překážky
		únosné			neúnosné	
		trvale	podmíněně			
		nerovnosti terénu				
#	▪	#				
≤ 10 %	Mírný	11	12	13	15	16
11-20 %	Střední	21	22	23	25	26
				29		
21-33 %	Strmý	31	32	33	35	36
				39		
34-50 %	Velmi strmý	41	42	43	45	46
				49		
51-70 %	Příkrý	59				
≥ 71 %	Srázný	69				

≤ 0,3 m, s rozstupem ≤ 5 m; ▪ ≤ 0,5 m, s rozstupem ≤ 5 m

Únosnost podloží

Za únosný terén je považován terén s únosností 50 kPa a více, což je hranice boření člověka při chůzi. Tato hodnota nekoresponduje s měrným tlakem vyvozovaným žádným běžným prostředkem pro soustředování dříví ve velkovýrobních technologiích, proto má takto stanovené rozhraní únosných a neúnosných terénů omezený technologický význam. Únosné podloží odolává statickému měrnému tlaku ve stopě ≥ 200 kPa (hloubka koleje do 5 cm po jednom pojezdu SLKT LKT 80 Standard), a to při obvyklých změnách vlhkosti půdy. Neúnosné podloží odolává měrnému tlaku ve stopě ≤ 50 kPa (hloubka koleje ≥ 20 cm po jednom pojezdu traktoru LKT 80 Standard. Únosnost podmíněná je charakterizována proměnlivou únosností půdy v rozmezí 50 až ≥ 200 kPa v závislosti na změnách podmínek které ji ovlivňují (zejména vlhkosti), (Neruda a kol., 2013).

Těžená dřevina, věk a její dimenze

Motomanuální těžba se využívá k těžbě jakékoli dřeviny, věk a dimenze také není rozhodující. Motomanuální těžba se využívá od prvních výchovných zásahů až k obnovní těžbě, je možné, ji využít ve všech těžebních metodách tzn. sortimentní, kmenová, stromová (Neruda a kol., 2013).

Motomanuální těžba v mýtních těžbách při užití sortimentní metody se aplikují ve výběrném lese, v listnatých porostech s vysokou hmotností těžných stromů, nebo se stromy netvárnými. Metoda kmenová je v ČR v mýtních těžbách stále nejrozšířenější těžební metodou s velkým počtem variant. Při kmenové metodě je použitelné soustředování koněm jen v nízkých hmotnostech při soustředování na rovině a po svahu na krátké vzdálenosti. Podíl soustředování dříví UKT s navijákem narůstá, důvodem jsou vysoké ceny SLKT. Metoda stromová vyžaduje o 25-30 % vyšší tažnou sílu než kmenová, výhodou je vyklízení klestu z těžební plochy současně s těžbou a dále využití odvětvovacích strojů (Neruda a kol., 2013).

Výchovné zásahy v předmýtních porostech se v určitých časových intervalech odstraňují metodou selektivní těžby stromy hospodářsky nevyhovující a ponechávají se stromy hospodářsky cenné, odpovídající pěstebnímu cíl, a šetří se stromy, které nesnižují hospodářskou hodnotu nadějných stromů a mající funkci výchovnou, krycí, meliorační, a sloužící jako záloha. V předmýtních porostech, které jsou těženy metodou sortimentní, se využívá harvesterové technologie (HT). Výběr porostů k těžbě HT musí mimo terénních podmínek respektovat výchovný model a rozměry konkrétního harvestoru tak, že se z výchovného modelu odvodí počet stromů, které po těžebním zásahu zůstanou na 1 ha porostní plochy, a zda jejich rozestup umožní průjezd harvestor porostem, či jak zasáhne šířka linky do produkční plochy porostu. Tak se stanoví nejnižší věk porostu, do kterého lze konkrétní harvester nasadit. HT lze doporučit velkým lesním majetkům s dostatkem předmýtních porostů, které odpovídají technicko-ekonomickému optimu zvoleného harvestor. Malým a střední vlastníků lze doporučit méně investičně náročné technologie sortimentní metody:

- motomanuální sortimentní metodu s výrobou výřezů standardních délek, vyvážení výřezů sortimentní vyvážecí soupravou nebo vyvážecím traktorem
- motomanuální kácení, vyklízování stromů k lince koněm nebo mobilním navijákem, odvětvování a zkracování na lince procesorem, vyvážení výřezů sortimentní vyvážecí soupravou nebo vyvážecím traktorem (Neruda a kol., 2013).

Při použití kmenové metody se zvažují rizika poškození porostu. Soustředováním surových kmenů v celé délce vzniká 71 % poškození (vlečeným dřívím 63,9 %, soustředovacím prostředkem 7,1 %), proto je tato metoda použitelná jen ve starších

porostech, kde rozestup stromů spolu s důsledným směrovým kácením vytvářejí předpoklady pro nižší poškození porostu. Použitelné jsou technologie:

- motomanuální výroba surových kmenů s jejich soustředováním koněm (omezení vyplývají z hmotnosti těžných stromů, vzdálenosti soustředování a vyloučení antigravitačního transportu)
- motomanuální výroba surových kmenů a jejich kombinované přibližování (kombinace kůň – UKT , kůň – SLKT, kůň – lanové dopravní zařízení, jsou dány terénními podmínkami a přibližovací vzdáleností)
- motomanuální výroba surových kmenů a jejich soustředování traktory (vyklizování lanem navijáku, přibližování vlečením po lince), (Neruda a kol., 2013).

U stromové metody je četnost střetů vyklizovaného dříví se stojícími stromy srovnatelná s kmenovou metodou, ale četnost poškození bývá nižší. Metoda je použitelná buď v nejmladších porostech, nebo naopak ve starších porostech, kde rozestup stromů spolu s důsledným směrovým kácením vytvářejí předpoklady pro nižší poškození porostu. Použitelné jsou technologie:

- motomanuální kácení stromků v nejmladších výchovných těžbách a jejich ruční snášení k linkám. Vyvážení stromků na OM sortimentní vyvážecí soupravou, nebo traktorem s klešťovým závěsem, odvětvování a manipulace na OM procesorem, nebo štěpkování
- motomanuální kácení, kombinované přibližování (kůň + traktor, mobilní naviják + traktor), odvětvování a manipulace na OM procesorem
- motomanuální kácení, soustředování traktory (vyklizování lanem navijáku, přibližování vlečením), odvětvování a manipulace na OM procesorem (Neruda a kol., 2013).

3.5.2 Technologická příprava pracoviště

Zpřístupnění porostů je základním předpokladem managementu lesních porostů, což potvrdily poznatky výzkumu i provozní praxe. Hlavní přínos systému zpřístupnění spočívá v tom, že snižuje nepříznivost podmínek pro soustředování dříví vyplývající z hustoty porostu, požadavku na selektivnost zásahu, a v předmýtních těžbách i z nízké hmotnosti těžných stromů (Simanov, Kohout 2004).

Technologická příprava porostu (pracoviště) 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 sortimentu)
- stanovení směru těžby, soustředování i odvozu dříví (Neruda a kol., 2013).

Technologická příprava porostu musí být provedena včas a v přímé vazbě na zvolenou technologii, protože příprava pracoviště pro určitou technologii může jen kompromisně vyhovovat technologii jiné, nebo může být zcela nevyhovující (Simanov, Kohout 2004). Hlavní cíl zpřístupnění je v omezení nepříznivých podmínek pro soustředování dříví (Neruda a kol., 2013).

Cílem zpřístupňovacího systému je rovnoměrně zpřístupnit celou plochu porostu, umožnit rychlý pohyb prostředků s co největším nákladem co nejkratším směrem z porostu ke skládce na OM a umožnit co nejvyšší využití technických parametrů a technologických vlastností použitých prostředků k efektivní práci (Simanov, Kohout 2004).

Trasování přibližovacích (vyvážecích) linek

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 soustředování 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 důvodu rizika eroze se nedoporučuje přibližování dříví vlečením traktorem proti kopci o sklonu větším než 10-12 % (Neruda a kol., 2013).

Šířka linky bývá 3,0-4,5 m, pro koně a UKT postačuje užší, pro SLKT, vyvážče 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). Šířka linky by se měla rovnat šířce prostředku zvětšené o 0,5 m na každou stranu (u vyvážčů 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, a linku je

třeba rozšířit i v místech kde dochází k příčnému náklonu prostředku (Neruda a kol., 2013).

Vyznačování linek

Linky se vyznačují vyznačovací páskou (pro možnost provozní korekce), u ověřeného průběhu linek žlutou barvou, šikmými pruhy, klesajícími ve směru soustředování. Při prokacování linek se značí buď každý strom, nebo okraje linky, či jen střed linky (Neruda a kol., 2013).

Vyznačování stromů k těžbě

Při vyznačování stromů k těžbě se značí barvou každý strom, nebo okraje seče. Barva značení by měla být každý rok jiná, aby signalizovala nutnost přeznačení zásahu, pokud se jeho provedení výrazně opozdí. Značí se ze strany budoucího postupu těžby, ale někdy je na značení ze dvou i tří stran, a dokonce i označení pařezu (Neruda a kol., 2013).

Doba těžby

V současnosti se těží celoročně, ale z řady důvodů se v lesnické a dřevařské praxi dříví dělí na dříví ze zimní těžby (vytěžené v době klidu mízy), a dříví z letní těžby (vytěžené v míze). U porostů gravitujících k nezpevněným cestám je při plánování těžby nutné respektovat dobu mrazu nebo sucha. Porosty, které gravitují ke zpevněným cestám jsou na ročním období nezávislé (Neruda a kol., 2013).

Z hlediska provozu lesního hospodářství však vstupují do úvahy při stanovování doby těžby dříví v konkrétních porostech ještě tyto faktory:

- **Sníh**, který stěžuje přístup do porostů, pokácené stromy mizí pod sněhem, ztíženo je odvětvování RMŘP, narůstá počet nepřijmutých a nepřiblížených kusů, zvyšuje se pracnost, nákladovost a spotřeba pohonných hmot. Limitní přírážky v těžbě a soustředování UKT a SLKT se podle výšky sněhu pohybují od 3 do 15 % (Simanov, Kohout 2004).

V porostech s přirozeným zmlazením se zařazují do těžby přednostně při sněhové pokrývce, pokud je podrost natolik nízký, že jej lze sněhem chránit. V balvanitých terénech na rovinách sníh poněkud vyrovnává terénní nerovnosti,

a přibližování na sněhu je tak snazší. To ale neplatí v balvanitých terénech na svazích (Neruda a kol., 2013).

- **Mráz** zvyšuje rizikovost práce a snižuje technologickou použitelnost dříví, protože se dříví za mrazu snadno štípe (Simanov, Kohout 2004). Je vyšší pracnost, nákladovost a spotřeba PHM. Limitní přírážky v těžbě jsou 3-8 % (Neruda a kol., 2013).
- **Dešťové srážky** komplikují výrobní proces zpravidla jen dočasně. U dešťů s pojených s táním sněhu a u podzimních dešťů ale bývají některé půdní druhy nasyceny vodou natolik, že porosty na nich jsou dlouhodobě nepřístupné (Neruda a kol., 2013).
- **Lužní lesy a bažinaté plochy** jsou přístupné za mrazu, nebo za dlouhotrvajícího sucha, ale obě řešení nejsou zcela spolehlivá (Neruda a kol., 2013).
- **Škody na předmýtních porostech**, tyto porosty by se měli zařazovat do těžby v zimě na sněhu, kdy sníh chrání půdní povrch, kořenové náběhy a povrchové kořeny před poškozením (Neruda a kol., 2013).
- **Listnáče** kulatinových dimenzí se těží především v zimě, aby se předešlo praskání dřeva vysycháním (Neruda a kol., 2013).
- **Smíšené porosty**, se zařazují do těžby s ohledem na minimalizaci nejvyššího rizika (např. zařazení celého porostu s výskytem rezonančního dříví do zimní těžby), nebo se volí dvoufázová těžba, kdy se v zimním období vytěží listnáče a jehličnany obsahující cenné výřezy, a v letním období se dotěží zbytek zásahu (Neruda a kol., 2013).
- **Požadavky odběratelů** se mohou lišit, proto je třeba mít s odběratelem smlouvu podle kvartálů a dřevin (Neruda a kol., 2013).
- **Semenné porosty**, pokud jsou do těžby naplánované, měly by být vytěžené v semenném roce a v období, kdy je osivo vyzrálé, aby mohlo být sebráno osivo z pokácených stromů (Neruda a kol., 2013).

3.6 Vliv mechanizačních prostředků na lesní porost

Způsobené škody nebývají nutným následkem, ale spíše důsledkem neodborného plánování a řízení výroby. Proto je nezbytné hledat cesty, jak škodám zabránit, nebo alespoň snížit jejich rozsah (Neruda a kol., 2013).

3.6.1 Kategorie poškození lesního prostředí těžební činností

- Narušení povrchu půdy pojezdem strojů, či vlečeným dřívím, ale každé narušení půdy nemusí být nežádoucí (narušení půdního povrchu pro přirozené zmlazení), a nemusí být východiskem vodní eroze (Neruda a kol., 2013).
- Zhutnění půdy ve stopě strojů vytlačáním plynů z půdy, redukcí objemů velkých pórů s následnou sníženou infiltrační schopností půdy a zhoršením mikrobiálních procesů v půdě. Zhutněním půdy vznikají koleje, které mohou být východiskem vodní eroze (Neruda a kol., 2013).
- Narušení kořenového systému následované snížení stability porostů a infekcí houbovými chorobami a invazí škodlivého hmyzu. Přímé narušení kořenového systému znamená stržení kůry na kořenech a kořenových náběžích, obnažení a přetrhání kořenů způsobené prokluzem pneumatik a pásů či vlečeným dřívím. Za nepřímé narušení kořenového systému se označuje hynutí kořenů ve zhutněné, či zbahnělé vrstvě půdy (Neruda a kol., 2013).
- Mechanické poškození nadzemních částí stromů pojezdem strojů, jejich pracovními orgány, kácenými stromy a soustředěvaným dřívím – stržením kůry, olámaní větví, zlomení vrcholků, nebo celých stromů či jejich vyvrácení. Tato poškození jsou doprovázena nebezpečím infekce houbovými chorobami a invazí škodlivého hmyzu, protože odřený strom vylučuje pryskyřici, jejíž prchavé látky působí jako atraktant (Neruda a kol., 2013).
- Kontaminace přírodního prostředí ropnými produkty při haváriích a poruchách strojů, a netěsnost palivových a hydraulických systémů (Neruda a kol., 2013).
- Znečištění ovzduší výfukovými plyny, postupně snižované zpříšňováním norem čistoty výfukových plynů (Neruda a kol., 2013).
- Rušení volně žijících živočichů hlukem bývá přeceňováno, protože živočich reaguje na neznámý hluk útekem či úkrytem, ale pokud si ověří, že konkrétní zvuk není doprovázen reálným nebezpečím, ignoruje jej (Neruda a kol., 2013).

Škody, ke kterým na lesních ekosystémech dochází, bývají způsobovány kombinací více příčin. Dominantní z nich bývá volba nevhodné technologie a to buď absolutně nevhodné pro konkrétní pracoviště, nebo relativně nevhodné, tj. technologie obecně přijatelné, ale použité v nevhodném ročním období (Simanov, 2004). Druhou významnou příčinou škod je pracovní nekázeň, např. přetěžování prostředku, přejíždění s nákladem – když bylo nařízeno lanování, použití jiné technologie než bylo uloženo.

Jako další příčinou může být nezvládnutí technologie, což jsou neúmyslné chyby pramenící v nedostatečné kvalifikaci či zkušenosti (Neruda a kol., 2013).

Ke snížení škod na lesním prostředí může přispět snížení hmotnosti strojů, optimalizace jejich rozměrů, snížení měrných tlaků ve stopě, omezení přenosu vibrací, pohon více náprav, omezení prudkých změn obvodových rychlostí kol, změna pracovních principů, schopnost práce strojů na technologických koridorech, snížení rizika úniku provozních kapalin (Neruda a kol., 2013).

Provozní proces minimalizace poškozování lesních ekosystémů:

- prevence
- důsledné řízení výroby, motivace pracovníků
- povýrobní úpravy pracoviště

Nejnápadnějším poškozením lesního prostředí je narušení povrchu půdy. Tento proces se nazývá těžebně-dopravní eroze. Podíl narušeného půdního povrchu z celkové těžební plochy závisí na technologii. U lanových dopravních zařízení je do 2 %, u koní 6 % (kráčení koní nevytváří koleje jako kolová technika), při použití traktorů s navijákem 8-13 %, a nejvíce mají traktory s klešťovým závěsem, protože ty musejí zajet ke každému výřezu. Při vyklizování dříví po svahu se erozní rýhy způsobené vlečením dříví sbíhají, a odtok srážkové vody koncentrují. Při vyklizování proti svahu se erozní rýhy rozbíhají, a srážkovou odvádějí do zásaku (Neruda a kol., 2013).

Narušení povrchu půdy, i její zhutnění, může na méně úrodných půdách a při překonávání terénních nerovností omezit technika lanování, což je u traktorů s navijákem odbrždění a spuštění nákladu na zem před obtížným místem terénu, překonáním tohoto místa sólo, a následné přitážení nákladu k traktoru. Další možností při omezování narušení povrchu půdy při soustředování traktory je přizvednutím nákladu a používáním některých netradičních prostředků, jako šupkonavujáku (Neruda a kol., 2013).

Zhutnění půdy má negativní důsledky vodohospodářské a produkční, ale protože je méně patrné než eroze, je mu věnována menší pozornost. Míra zhutnění pod koly strojů je úměrná tlaku huštění pneumatiky, závisí na tlaku na půdu, okamžité vlhkosti, zrnitosti půdy, stupni plasticity půdy, podílu výchozí pórovitosti půdy, velikosti kontaktní plochy pneumatiky s podložím a tloušťce humusové vrstvy či jiného

organického materiálu např. klestu. Zhutněním půdy se vytváří kolej, která svádí povrchovou vodu, a tím vytvářející počátek erozní rýhy. Čím více je vytlačena stopa hlubší, užší, hladší a čím větší plochu odvodňuje, tím větší negativní účinek koleje mají. Nejméně škodlivé jsou koleje široké, mělké, s dobře vytvořeným profilem hrubým dezénem pneumatiky, a vedené v terénu po spádnicí (Neruda a kol., 2013).

Zhutnění půdy v důsledku pojezdu těžebně-dopravních strojů je spojeno s vážnými změnami v půdní struktuře a hydrologii. Týká se to:

- Zvýšení objemové hmotnosti půdy, je to dáno snižující se pórovitostí půdy a snižující se vodní kapacitou, a vede k omezení možností růstu kořenů. Zhutnění půdy se obvykle vyskytuje ve svrchní 30 cm půdy, které obvykle obsahují největší biomasu kořenů (Ulrich a kol., 2010).
- Snižování pórovitosti. Zhutněním půdy se mění pórovitost redukcí makroskopických prostor a nárůstem mikroskopických prostor (Ulrich a kol., 2010).
- Snižování infiltrace vody a zvýšení eroze. Snižovaná infiltrace vody vede k vodnímu deficitu, stoku vody a erozi (Ulrich a kol., 2010).
- Změny ve fyziologii rostlin, kterými jsou poruchy fotosyntézy, poruchy v příjmu živin, ovlivnění mykorrhizy a rostlinných hormonů, poruchy v dýchání (Ulrich a kol., 2010).

Z provozního hlediska je třeba znát výši měrného tlaku na půdu, od které je narušení půdy nesporné. Pro zemědělskou půdu normální vlhkosti 250 kPa, a pro půdu vlhkou 100 kPa. Pro lesní půdy, které jsou převážně vlhké, se přebírá 100 kPa, což znamená, že hodnota 50 kPa, která je v terénní klasifikaci Lesprojektu hranicí únosnosti terénu, má omezenou vypovídací schopnost o únosnosti pro různé prostředky. Měrný tlak ve stopě běžných prostředků je od 100 kPa u UKT a širokými pneumatikami, po 200 kPa u SLKT, proto je zřejmé, že za sucha či za mrazu lze použít kterýkoliv prostředek, zatímco za vlhka lze očekávat problémy s bořením téměř u všech (Neruda a kol., 2013).

Tlak pneumatiky na půdu by se měl rovnat talku huštění. Z tohoto důvodu se vkládají naděje do nízkotlakých pneumatik, jejichž nevýhodou je vyšší cena a vyšší pravděpodobnost průrazu. Ke snížení měrného tlaku ve stopě se používají také dvoumontáže pneumatik, ale účinné jsou jen na plochem terénu. Další možností při

snižování měrného tlaku ve stopě je použití kolopásů, což je přepásání zdvojené nápravy pásem z ocelových článků (Neruda a kol., 2013).

Pro ochranu povrchu půdy, povrchových kořenů a kořenových náběhů před mechanickým narušením a příznivější rozklad tlaku vyvolaného použitým dopravním prostředkem a nákladem lze vytvářet koberce z klesu, výška koberce z klestů je dostatečným minimem. Na zcela neúnosných úsecích, nebo tam, kde klest zcela chybí, lze použít přenosné plastové rohože (Simanov, Kohout 2004). Plastové rohože jsou dimenzované na bodové zatížení 8 tun, což je dostatečné pro všechny přibližovací a vyvážecí traktory (Neruda a kol., 2013).

Poškození stromů

U poškození stojících stromů je významný nejen jeho rozsah, ale i důsledky. Při poškození povrchu kmene tzn. stržením kůry, odřením dřeva se následná hniloba šíří od povrchu do středu kmene, a stabilita stromu je významně narušena. Pokud jsou poškozeny kořeny ve vzdálenosti větší, než 50 cm od kmene je šance, že následná hniloba, šířená kořeny nevystoupí výše, než do výšky pařezu, a jsou-li poškozeny kořeny blíže než 50 cm od kmene, následná hniloba se šíří středem kmene, a nastává sice ztráta kvality dříví, ale stabilita porostu se mění pomalu. Rychlost postupu hniloby ve kmene klesá s věkem stromu, má vytyčení příliš úzké linky v nejmladších porostech nejzávažnější následky (Neruda a kol., 2013).

Modelová šířka linky by měla být stanovena podle úvahy: šířka stroje, např. 250 cm, k tomu na každou stranu stroje pro omezení škod na stojících stromech po 50 cm – tj. 100 cm, a u vyvážeců dalších 50 cm na každou stranu jako prostor pro manipulaci s drapákem (dříví má vyčnívat 50 cm do profilu linky, aby operátor nesahal do porostu, s rizikem poškození stromů na okraji linky), tj. dalších 100 cm. Při šířce prostředku 250 cm, je tedy výsledná minimální šířka linky pro traktory s navijákem 350 cm, a pro vyvážecí 450 cm. Linky v příčném sklonu by měly být přiměřeně širší, protože kabina stroje v náklonu může odírat stromy. Pro omezení tohoto jevu jsou lesní stroje zužovány směrem vzhůru (Neruda a kol., 2013).

Výška poškození stojícího stromu v porostu po ukončení výchovné těžby a soustředování dříví, a segment poškození stromu, korespondují s technologií soustředování dříví (Neruda a kol., 2013).

Závažnost škod působených těžební činností na lesních ekosystémech

- **Škody nevyžadující povýrobní úpravu.** To jsou škody zanedbatelné, regenerovatelné přirozenou cestou bez spolupůsobení člověka, a bez nebezpečí následných škod, kdy postačí běžný úklid pracoviště (vyklízení těžebního odpadu z odvodňovacích příkopů, svodnic, příkopů, propustů lesních cest a vodotečí; vyklízení klestu z přirozeného zmlazení a obnovení průtočného profilu odvodňovacích zařízení, tam kde byl narušen), (Neruda a kol., 2013).
- **Škody vyžadující povýrobní úpravu,** kdy v případě menších škod k provedení povýrobní úpravy postačí prostředky těžební skupiny (vytěžení stromů poškozených těžbou a soustředování dříví a poškození méně poškozených stromů desinfekčními nátěry; urovnání povrchu přibližovacích linek a skládek radlicí traktoru při couvání; pokrytí narušeného půdního povrchu klestem – tzv. klejonáž; přerušení počínajících erozních rýh a odvedení povrchové vody do zásaku radlicí traktoru, atd.). Je vhodné, aby sanační práce provedli ti pracovníci, kteří škody svojí prací způsobili, a také aby k jejich provedení byli vhodně stimulováni systémem odměňování (Neruda a kol., 2013).
- **Škody způsobující, že k provedení povýrobní úpravy jsou nezbytné speciální prostředky** (úpravy terénu bagrem, reprofilace zemních těles cest a svážnic, úpravy průtočného profilu vodotečí, odvodnění zbahnělých míst). Na pracovníky těžební činnosti psychologicky nepříznivě působí fakt, že jimi způsobené škody napравuje někdo jiný, což může vyvolávat pocit, že jsou škody nevyhnutelnou součástí těžební činnosti (Neruda a kol., 2013).
- **Škody trvalého charakteru.** To jsou škody takového rozsahu, že je technicky či ekonomicky nereálně je napravit, jedná se například o sesuvy, plošný splach půdy, introskeletová eroze, velké erozní rýhy, strže, svážnice zahloubené pod úroveň terénu a úvozové cesty. V žádném případě to neznamená, že takto devastované plochy mohou zůstat bez technických úprav. Musí být provedena taková opatření, aby se stav dále nezhoršoval, např. zahrazení erozních rýh, aby se zastavila změna vodního režimu a vytvořily předpoklady k přirozenému zániku erozní rýhy postupným ukládáním naplavenin (Neruda a kol., 2013).

3.7 Charakteristika harvestorové technologie těžby

3.7.1 Současný stav HT lesní těžby v ČR a zahraničí

Harvestorové technologie lesní těžby mají původ ve skandinávských zemích, především ve Švédsku a Finsku, kde dlouhodobě hrají dominantní roli v lesní těžbě. K masovému rozšíření harvestorových technologií (HT) došlo v rámci střední Evropy v období let 1990 až 1998. Harvestory a vyvážecí traktory byly dováženy do Spolkové republiky Německo, do Švýcarska a Rakouska, kde se po počáteční skepsi lesnické veřejnosti dokázaly prosadit především svojí vysokou produktivitou a šetrností práce při probírkách, a to zejména u soukromých majitelů lesa. V České republice lze datovat nástup těchto strojů do poloviny 90. let minulého století. I v tuzemských podmínkách lze pozorovat rychlý rozvoj jejich uplatnění, a to zejména v roce 2000. Důkazem tohoto konstatování je, že např. v roce 2002 činil počet harvestorů v naší republice cca 60 kusů a jejich podíl na celkovém objemu těžby činil 7 %. V roce 2011 se v ČR používalo již cca 380 harvestorů a objem jimi zajišťované práce těžby dříví činil již 35 % (Ulrich a kol., 2014).

Vývojové práce firem ÖSA, Lokomo, Makeri, Kockum přispěly k technickému pokroku a rozvoji harvestorů. Také kanadská firma Timberjack zkonstruovala v roce 1973 těžební víceoperační stroj. Ke kácení byly použity nůžky, které se však příliš neosvědčily. Až po zavedení jeřábu s harvestorovou hlavicí, která byla vybavena motorovou pilou, nastal obrat v použití a rozšíření těchto strojů (Honsa, 2007).

V tab. 3 je uveden počet harvestorů v evropských zemích v roce 2002, z tabulky vyplývá, že největší počet harvestorů v roce 2002 byl zastoupen ve Švédsku tj. 2 500 kusů a ve Finsku tj. 1 700 kusů harvestorů. V České republice v roce 2002 bylo evidováno 40 harvestorů.

Tab. 3: Počet harvestorů v evropských zemích v roce 2002 (Honsa, 2007)

Počet harvestorů v evropských zemích v roce 2002	
Země	Počet kusů
Švédsko	2 500
Finsko	1 700
SRN	800
Velká Británie	500
Norsko	300
Francie	250
Rakousko	150
Rusko	150
Švýcarsko	80
Estonsko	65
Česká republika	40
Španělsko	20
Portugalsko	15
Polsko	10
Bělorusko	9
Litva	6

Základní přínos harvestorových technologií lesní těžby spočívá v optimalizaci výroby sortimentů dříví dle předem určených parametrů, a to právě v okamžiku, kdy dojde k prvnímu kontaktu harvestoru s těženým stromem, přičemž je minimalizována spotřeba manipulace a transportu sortimentů dříví. Kmeny jsou odvětveny a rozřezány na různé sortimenty v kombinaci délek a tloušťek podle konkrétní aktuální potřeby odběratelů. Výhodou je značná flexibilita těchto technologií, neboť potřebuje-li odběratel změnu v dodávaném sortimentu, lze ji okamžitě sdělit obsluze strojů, čímž se omezí skladování a inventarizace dříví (Ulrich a kol., 2014).

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2014 uvádí stav harvestorů podle velikosti a roku výroby k 31. 12. 2014, viz. níže uvedená tab. 4.

Tab. 4: Harvestory podle velikosti a roku výroby k 31. 12. 2014 (Kol. autorů, 2015)

Výrobce	Počet celkem	z toho dle úřezu hlavice				z toho dle roku výroby			
		do 55 cm	do 62 cm	do 72 cm	do 75 cm	až 1995	1996-1999	2000-2009	2010-2014
John Deere	203	48	71	64	20	15	31	148	9
Rottne	102	56	32	0	14	0	3	86	13
Komatsu	47	16	8	21	2	0	8	35	4
Ponsee	48	5	0	10	33	4	5	36	3
Logset	6	0	4	2	0	0	0	6	0
HSM	2	2	0	0	0	0	0	0	2
Sampo	23	23	0	0	0	0	0	13	10
Gremo	3	2	1	0	0	0	1	2	0
SP-Maskiner	2	2	0	0	0	2	0	0	0
Caterp./EcoLog	2	1	1	0	0	0	0	2	0
Nokka	1	1	0	0	0	0	1	0	0
Vimek 404	12	12	0	0	0	0	0	5	7
UTC 10-67	1	1	0	0	0	0	1	0	0
Entracon	5	5	0	0	0	0	0	2	3
Kolové	457	174	117	97	69	21	50	335	51
Kaiser	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Menzi Muck	3	3	0	0	0	0	0	3	0
MHT Linz	32	31	1	0	0	0	4	21	7
Königs Tiger	1	1	0	0	0	0	0	1	0
Pásové	37	35	1	1	0	0	4	25	8
Celkem	494	209	118	98	69	21	54	360	59
Procesor Hypro	3	3	0	0	0	0	0	3	0

V současné době je v provozu celkem 494 těžebních strojů, z toho 457 kolových harvestorů, přičemž 21 je již na hranici životnosti, 335 těžebních strojů bylo zakoupeno po roce 2000, 174 kolových harvestorů je vybaveno káccí hlavicí s úřezem do 55 cm, což dává předpoklady k jejich uplatnění pro práce ve vychovávaných porostech. Další

početnou skupinu se 117 stroji tvoří harvester s úřezem do 62 cm a větší úřez do 75 cm je zastoupen 69 stroji. Tento stav umožnil operativně zvládat větrnou kalamitu způsobenou orkány Kyrill, Emma a Antonín v minulých letech s následnou nahodilou kalamitní těžbou dřeva (Kol. autorů, 2015).

Pro svažité a méně únosná podloží byly zajištěny pro zvládnutí kalamit harvestory s pásových podvozcích v počtu 37 strojů, z nichž 3 stavební stroje Menzímuck jsou opatřeny kácecí hlavici Woody (Kol. autorů, 2015).

Plynulý provoz v těžební činnosti zajišťují forwardery (vyvážecí traktory) v celkovém počtu 842 strojů, a 97 vyvážecích traktorových souprav, tažených univerzálním traktorem s taženým poháněným nebo nepoháněným přívěsem s hydraulickým jeřábem, umístěným na jeho předním okraji (Kol. autorů, 2015).

Vyvážecí traktory jsou u nás jen na kolovém podvozku v celkovém počtu 842 ks. Jsou začleněny podle hmotnosti do čtyř tříd. Nejnižší třída do hmotnosti 9 tun, což odpovídá náročným ekologickým požadavkům na zhutnění půdy po několikerém přejíždění v jedné stopě, je zastoupena 241 stroji. Další třída s hmotností do 12 tun je zastoupena 213 stroji. Dalších 79 ks s hmotností 14 tun a 5 ks s hmotností 17 tun je vhodný pro mýtní a kalamitní lesní porosty s větším obsahem skeletu v podloží (Kol. autorů, 2015).

Malé vyvážecí traktory v celkovém počtu 304 ks jsou zastoupeny malými dopravními stroji s hmotností do 3 tun, kam patří Terri na kolopásovém podvozku, a vyšší třída také na kolopásovém podvozku, kam patří Logbear. Vimek a ostatní mají šesti kolový podvozek v počtu 104 ks strojů. Osmikolový podvozek je zastoupen firmami Novotný (70 ks) a Entracon (86 ks) vyráběných v ČR v celkovém počtu cca 157 strojů, viz. tab. 5 (Kol. autorů, 2015).

Tab. 5: Počet vyvážecích traktorů a vyvážecích traktorových souprav k 31. 12. 2014 (Kol. autorů, 2015)

Výrobce	Celkem	Dle nosnosti						Z toho dle roku výroby			
		do 3 t	do 6 t	do 9 t	do 12 t	do 14 t	do 17 t	19 95	1996-2000	2001-2009	2010-2014
John Deere	239			133	90	14	2	40	48	132	19
Komatsu	96			32	44	19	1		14	73	9
Rottne	77			43	20	12	2	3	6	58	10
Ponsse	70				41	29		2	13	53	2
Gremo	10			10				1	7	2	
Logset	21				16	5			3	13	5
Norcar	6			6				6			
Cater/Eco L	3			3						3	
Farmi Trac	1			1				1			
Nokka	1			1				1			
Dasser	2			2				2			
HSM	12			10	2						12
Velké vyvážecí traktory celkem	538			241	213	79	5	56	91	334	57
Logbear	2		2						2		
Terri	42	39	3					8	21	9	4
Vimek	103	73	30							64	39
Entracon	86		86							58	28
Malwa	1		1							1	
Novotný	70		70							47	23
Malé vyvážecí traktory celkem	304	112	192					8	23	179	94
Vyvážecí traktory celkem	842	112	192	241	213	79	5	64	114	513	151
Vyvážecí soupravy											
LKT HSM +	11			11				3		3	5
*) UKT +	97		49	31	13	4				74	23
***) 4kolky +	26	26									26
Celkem	976	138	241	283	226	83	5	67	114	590	205

Poznámka: *) Vyvážecí traktorová souprava je tvořená UKT nebo LKT + přívěs s klanicemi a hydraulickým jeřábem, **) Vyvážecí čtyřkolová souprava je tvořena čtyřkolkou + přívěs s hydraulickým jeřábem a klanicemi.

Následující tab. 6 udává přehled o podílu harvestorových technologií na celkové těžbě dříví v ČR od roku 2004. V posledních letech se HT podílejí na těžbě v rozmezí 4 až 5 mil. m³ tj. okolo 30 % celkové těžby dříví.

Tab. 6: Těžba dříví v ČR dle technologií (mil. m³), (Sysel, 2014)

Rok	Podíl na těžbě (%)	Těžba HT	Motomanuální těžba	Těžba celkem
2004	15,4	2,249	12,322	14,570
2005	11	1,712	13,798	15,510
2006	23	4,156	13,490	17,678
2007	29	5,434	13,074	18,508
2008	30	4,821	11,125	15,946
2009	25	3,753	11,749	15,502
2010	26	4,290	12,446	16,736
2011	35	5,367	9,987	15,381
2012	31	4,704	10,357	15,061
2013	31	4,717	10,614	15,331
2014	29	4,497	10,979	15,476

3.8 Charakteristika základních konstrukčních parametrů současných HT

3.8.1 Harvestory

Harvestor je samopojízdný víceoperační stroj, který kácí, odvětvuje, rozřezává, vyrobené výřezy měří, registruje, přemísťuje a ukládá v jednom cyklu (Neruda a kol., 2013). Jednotlivé výřezy zůstávají v porostu v neurovnaných, či urovnaných hraních, zpravidla jsou však ukládány do hromádek k okrajům vyvážecích linek Celkový cyklus je plně mechanizovaný a automatizovaný (Ulrich a kol., 2006). Harvestory a vyvážecí traktory, případně i vyvážecí soupravy jsou zpravidla nasazovány v proudovém systému výroby a tvoří tzv. harvestorové uzly (Neruda a kol., 2013).



Obr. 5: Harvester John Deere 1270 G (MERIMEX.CZ 2016)

Základní rozdělení harvestorů dle:

- Druhu podvozku
- Technologie zpracování stromu
- Základních technických parametrů harvestorů

Harvestory dle druhu podvozku

- kolové
- pásové
- kráčivé
- kombinované (Menzi Muck), (Ulrich a kol., 2006)

Podvozek víceoperačních strojů se skládá ze dvou částí, které jsou spojené zlamovacím kloubem. Vzájemný pohyb se uskutečňuje hydrostatickým systémem a tím se dosahuje i v členitém terénu dobrá říditelnost a stabilita stroje. Nápravy podvozku jsou buď pevné, výkyvné nebo tandemové. Boční výkyv podvozku s tandemovou nápravou je menší, než u nápravy se dvěma velkými koly. Také poškození půdy je u tandemové nápravy redukováno díky menšímu prokluzu kol (Ulrich a kol., 2006).

Kolové harvestor mohou zvládnout podle stavu povrchu půdy terény po spádnicí (podélný sklon) do sklonu 25-50 %, nad 50 % je nutné opatřit kolové podvozky kolopásky (podmínkou ovšem je, aby podvozky byly opatřeny zdvojenou - bogie nápravou), případně harvestor doplnit trakčním navijákem nebo použít stroje s pásovou či kráčivou variantou podvozku. Při pojíždění napříč svahem (příčný sklon) činí stabilita kolového harvestoru max 15 % u čtyřkolových typů a 20 % u šestikolového či osmikolového typu podvozku. Kolové harvestor vybavené trakčním navijákem mohou s jeho pomocí zvládnout i obousměrný pojezd na svazích kolmo na vrstevnice i ve sklonech blízkých se 75 % (Neruda a kol., 2013).

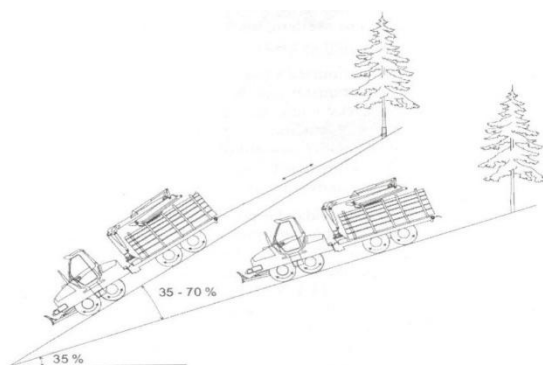


Obr. 6: Kolopásové podvozky (Neruda a kol., 2013)

Na prudkých svazích lze kombinovat nasazení harvestoru s přibližovacím navijákem, který ručně pokácené stromy přiblíží na dosah těžební hlavice harvestoru. Výkon je však podstatně nižší. Dnešní konstrukce harvestoru dovolují v těžkém terénu u některých typů strojů vyrovnávání kabiny řidiče. Pojíždění harvestrou je třeba co nejvíce omezit. Nejlepší je plánování práce v liniích v uzavřených elipsách, či kruzích, protože harvestor by neměl po lince couvat (Ulrich a kol., 2006).

Trakční navijáky umožňují nasazení kolového harvestoru nebo vyvážecího traktoru v obtížném terénu, tj. zejména na svazích s vysokým sklonem (do cca 75 %) v případech, kdy trakční síla hnací soustavy stroje přenášená koly na terén není dostačující k pohybu stroje nebo k jeho zastavení. Trakční naviják zamezuje poškození terénu a kořenů stromů prokluzem kol stroje a zvyšuje bezpečnost práce takto vybaveného prostředku. U harvestorů bývají trakční navijáky montovány v koncové části zadního rámu a mohou být výškově nastavitelné pomocí hydrauliky. U vyvážecích traktorů jsou trakční navijáky montovány rovněž v koncové části zadního rámu, úložiště lana však může být konstrukčně řešeno na boční straně zadního rámu vyvážecího traktoru tak, aby nedocházelo ke snížení nájezdového úhlu a světlosti podvozku, nebo na zadní části polotmy tak, aby nezasahoval do úložného prostoru mezi klanicemi (Neruda a kol., 2013).

Navijecí rychlost trakčního navijáku je synchronizována s pojezdem stroje. Kapacita lana trakčních navijáků se většinou pohybuje v rozmezí od 250 do 400 m. Naviják lze ovládat buď z kabiny stroje, nebo dálkovým ovládním mimo stroj. Někteří výrobci umožňují využití trakčního navijáku i pro přibližování (Neruda a kol., 2013).



Obr. 7: Použití trakčního navijáku při pohybu vyvážecího traktoru v prudkém svahu (Neruda a kol., 2013)

Třídění harvestorů dle technologie zpracování stromu

- Harvestory kompaktní mají kácecí a odvětvovací zařízení nesené na přední části stroje, a tak musejí zajiždět ke každému stromu na dotyk (Makeri).
- Harvestory jednofázové mají harvestorovou jednotku umístěnou na konci výložníku, a po jediném uchopení stromu následuje jeho pokácení, odvětvení a zkrácení.
- Harvestory dvoufázové mají na konci výložníku kácecí hlavici, a integrované zařízení pro odvětvování a zkracování nesou „na sobě“ (Neruda a kol., 2013).

Harvestory výložníkové lze také dělit dle umístění hydraulického jeřábu na harvestory:

- s hydraulickým jeřábem umístěným před kabinou
- s hydraulickým jeřábem umístěným za kabinou
- s hydraulickým jeřábem umístěným vedle kabiny (Sysel, 2014).

Třídění dle základních parametrů

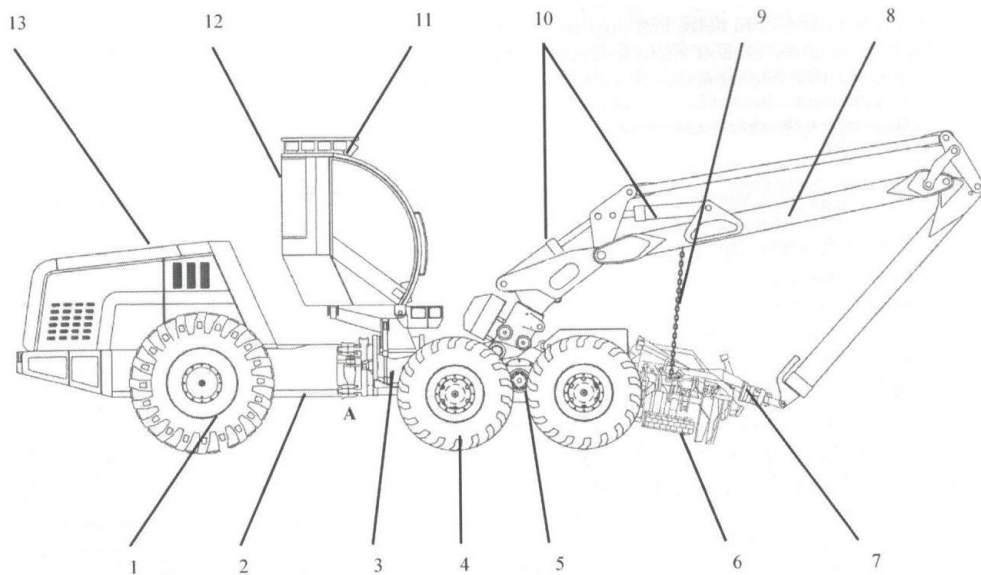
Podle výkonu motoru a základních technických parametrů lze kolové harvestory rozdělit na malé, střední, velké. Rozdělení je uvedené v následující tab. 7.

Tab. 7: Orientační členění kolových harvestorů do výkonových tříd (Neruda a kol., 2013)

Orientační technická data kolových harvestorů	Jednotka	I. Malý harvestor	II. Střední harvestor	III. Velký harvestor
Optimální hmotnost zpracovaných stromů	m ³	0,10-0,50	0,40-0,80	0,70-2,00
Průměrná hodinová výkonnost	m ³ /h	4	10	16
Výkon motoru	kW	40-110	110-170	170-250
Šířka	cm	180-230	230-280	280-320
Dosah hydraulického jeřábu	m	4,5-8	8-12	8-12
Maximální průměr úřezu	mm	300-450	450-600	600-750
Hmotnost	t	4-10	10-18	18-26

Harvestory využívají hydrostaticko-mechanický přenos hnací síly. K hlavním výhodám tohoto systému patří možnost prostorově úsporného oddělení primárního pohonu a výstupu, dodávka velkého kroutícího momentu při nízkých otáčkách a absence rizika

destrukce systému při jeho přetížení. Hydrostaticko-mechanický přenos hnací síly se skládá z mechanické, hydrostatické a elektrické části. Mechanickou část tvoří u kolových harvestorů převodovka, soustrojí náprav, diferenciály a kloubové hřídele. Hydrostatická část se skládá z uzavřené soustavy hydraulického čerpadla a hydraulického motoru. Práci čerpadla řídí elektricky ovládané proporcionální ventily. S měr a objem průtoku hydraulického oleje touto soustavou ovlivňuje směr a rychlost jízdy harvestoru (Neruda a kol., 2013).



Obr. 8: Hlavní části šestikolového harvestoru 1. pevná zadní náprava, 2. zadní rám, 3. přední rám, 4. kolo přední nápravy, 5. přední tandemová náprava, 6. harvestorové hlavice, 7. rotátor, 8. hydraulický jeřáb, 9. zajišťovací řetěz, 10. přímočaré hydromotory, 11. osvětlení, 12. kabina, 13. vznětový motor harvestoru (Neruda a kol., 2103)

Hydraulický jeřáb je důležitou součástí harvestoru a vyvážecího traktoru. U harvestoru slouží hydraulický jeřáb k nesení harvestorové hlavice a k vykonávání všech potřebných pohybů při zpracování kmene. Jeřáby mohou být montovány vedle kabiny operátora nebo před řidičovou kabinou (Ulrich a kol., 2014).

Podle konstrukce lze jeřáby rozdělit na:

- jeřáb s hlavním výložníkem, zlamovacím a teleskopickým ramenem (nebo jen výložníkem se zlamovacím systémem)
- jeřáb se zlamovacím a teleskopickým výložníkem

- jeřáb s paralelně vedenými výložníkovými rameny (Ulrich a kol., 2006).

Podle zvedacího momentu (nosnosti) se jeřáby rozdělují na:

- malé, zvedací moment do 100 kNm
- střední, zvedací moment 100 – 160 kNm
- velké, zvedací moment nad 160 kNm (Ulrich a kol., 2006).

Pohyb jeřábu je ovládán hydraulicky. Nosný sloup jeřábu je uložen otočně, u některých typů dovoluje i vychýlení vpřed a vzad, což zvyšuje stabilitu harvestoru při manipulaci s kmenem. Hydraulické systémy harvestorů ovládají následující operace:

- zvedání a klesání výložníků
- pohyb teleskopického ramene
- pohyb vlevo a vpravo
- pohyb rotátoru s hlavicí
- vychýlení jeřábu v rámu
- otevírání a zavírání úchytných odvětvovacích nožů
- spuštění a zastavování motorové pily
- aktivace podávacích válců pro odvětvování (Ulrich a kol., 2006).

Pro začínající operátory je dobrou volbou tlumení hydraulického jeřábu. Tato funkce eliminuje rázy v koncových polohách hydraulického jeřábu, působené prudkými pohyby při jeho ovládání a prodlužuje tak životnost jednotlivých komponent hydraulického jeřábu. Funkce centrálního mazání hydraulického jeřábu urychluje a zkvalitňuje každodenní a servisní zabezpečení. Pro stroje, které jsou určeny pro nasazení v probírkách je užitečnou volbou skryté vedení hydraulických hadic hydraulického jeřábu (Neruda a kol., 2013).

Harvestorová hlavice má za úkol strom oddělit od pařezu, sklopit do pracovní polohy, odvětvit, zkrátit, změřit a uložit výřezy a případně je označit (Neruda a kol., 2013).

Existují dva základní typy harvestorových hlavic:

- Hlavice švédského typu, která má robustnější konstrukci a delší zadní rám, jsou vybaveny dvěma válci posunu, které disponují o několik procent větší protahovací silou. Ve srovnání s finským typem harvestorové hlavice jsou

schopny zpracovat kmen s nižším průměrem. Tento typ hlavice je vhodný zejména pro práci s dlouhými i rovnými kmeny s minimálním počtem nerovností (Ulrich a kol., 2006).

- Hlavice finského typu mají kompaktnější konstrukci a kratší základní rám, jsou vybaveny čtyřmi válci posuvu. Tento typ hlavic je vhodný pro práci nejen s rovnými, ale i s křivými kmeny. Nižší váha těchto harvestorových hlavic také umožňuje jednodušší manipulaci s hydraulickým jeřábem (Ulrich a kol., 2006).

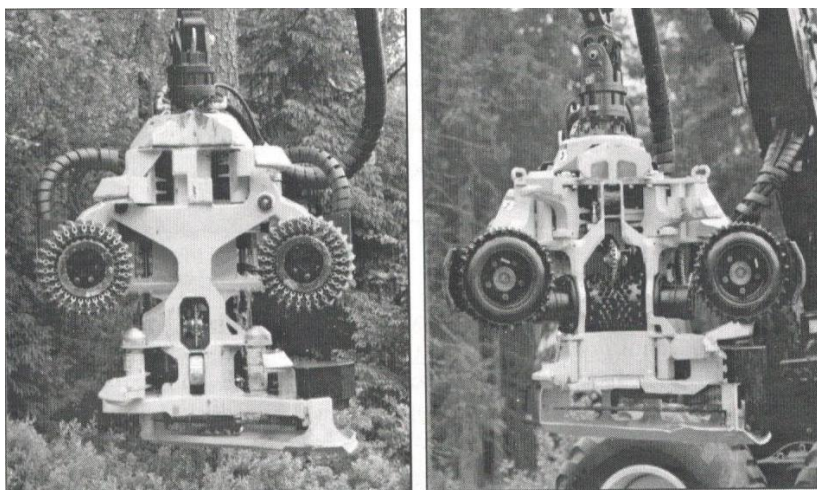
Při kácení je hlavice nasazena vertikálně na patu stromu. Strom je uchopen zavřením odvětovacích nožů a pohyblivých válců posuvu a pila provede odříznutí stromu. Při řezání lze tlakem hydraulického válce hydraulického jeřábu vyvinout předepnutí stromu, a tím odlehčit pilu v řezu. Při pádu stromu se pracovní část hlavice se sklápí v závěsném rámu. Pomocí podávacích válců poháněných rotačními hydromotory je strom v horizontální poloze protažen přes odvětovací nože a průběžně krácen na sortimenty (Neruda a kol., 2013).

Podávací ústrojí harvestorové hlavice jeho hlavním úkolem je protáhnout kmen pokáceného stromu harvestorovou hlavicí (Neruda a kol., 2013).

Využívají se dva typy podávacích válců:

- ocelové válce, na jejichž povrchu jsou připevněny kónické nebo ploché hroty či žebra
- gumová kola na ocelové obruči s ostrohrannými protiskluzovými řetězy po obvodu.

Pro snazší rozlišení podobných vyrobených sortimentů může být harvestorová hlavice vybavena barevným značením. Toto barevné rozlišení usnadňuje následně práci operátoru vyvážecího traktoru (Sysel, 2014).



Obr. 9: Harvestorová hlavice švédského typu (vlevo), finského typu (vpravo), (Ulrich a kol., 2006)

Kabina

Technické a bezpečnostní parametry kabiny, výhled do pracovního prostoru, uspořádání ovládacích prvků a další ergonomické charakteristiky přímo ovlivňují pracovní výkon operátora a kvalitu jeho práce (Neruda a kol., 2013).

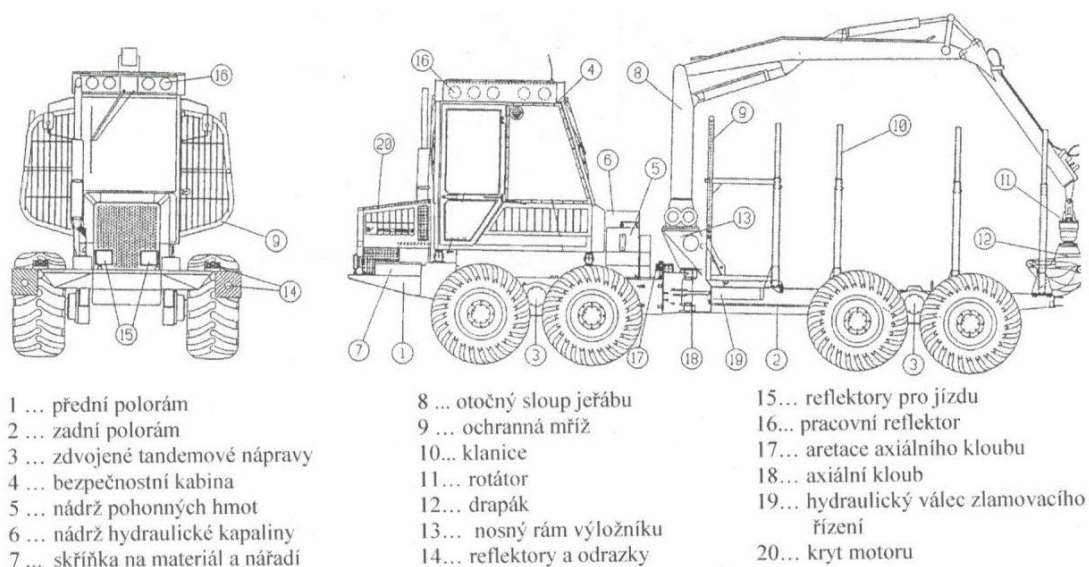
Kabiny harvestorů jsou zvukotěsné a klimatizované, jejich konstrukční řešení zajišťuje nízkou úroveň vibrací. Kabiny harvestorů jsou konstrukčně řešeny jako pevné nebo jako otočné. Kabiny speciální lesní techniky musí odpovídat bezpečnostním normám EU. K základním normám vztahujícím se k mechanickému poškození kabiny Roll-over Protective Structures (ROPS) – ISO 3471 – ochrana při převrácení traktoru. Falling Object Protective Structure (FOPS) – ISO 8083 – ochrana proti padajícímu předmětu a Operator Protective Structure (OPS) – 8084 – ochrana proti proniknutí předmětu ze stran (Neruda a kol. 2013).

3.8.2 Vyvážecí traktory a vyvážecí soupravy

Při vyvážení spočívá zcela náklad dříví 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 traktory a vyvážecí soupravy vybaveny hydraulickým jeřábem s drapákem, a mohou být všechny operace provedeny jedním strojem (Neruda a kol., 2013).

Vyvážecí traktory (též vyvážče, či forwardery) jsou samojízdné víceoperační stroje pro soustředování krátkých sortimentů dříví na místo (Neruda a kol., 2013). Vyvážecí traktor vyrobené sortimenty v porostu posbírání, naloží na svoji ložnou plochu a odveze na skládku (Ulrich a kol., 2006).

Ve většině případů pracují ve skupině s harvestory a tvoří tzv. harvesterové uzly, mohou však být použity i v motomanuálních technologiích lesní těžby. Oblast použití vyvážecích traktorů je zejména při soustředování krátkých sortimentů do 6 m délky, zpravidla uložených podél vyvážecí linky, a to i v náročnějších terénech. Předpokladem efektivního využití je vyšší koncentrace vytěžených sortimentů dříví (Neruda a kol., 2013).



Obr. 10: Schéma vyvážecího traktoru. 1. přední polorám, 2. zadní polorám, 3. zdvojené tandemové nápravy, 4. bezpečnostní kabina, 5. nádrž pohonných hmot, 6. nádrž hydraulické kapaliny, 7. skříňka na materiál a nářadí, 8. otočný sloup jeřábu, 9. ochranná mříž, 10. klanice, 11. rotátor, 12. drapák, 13. nosný rám výložníku, 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 (Neruda a kol., 2013)

Vyvážecí stroje lze rozdělit do dvou skupin:

- vyvážecí traktory (forwardery)
- vyvážecí soupravy

Zásadní je významový rozdíl mezi vyvážecí soupravou a vyvážecím traktorem (vyvážečem, forwarderem), protože přímo souvisí s technologickými možnostmi obou strojů (Neruda a kol., 2013).

- **Vyvážecí traktor** je speciální kompaktní stroj určený pro nakládání, vyvážení a skládání dříví; sestávající z motorové části a části ložné, které jsou na dvou polorámech, spojených kloubem (axiálním nebo středovým), řízení stroje je pomocí hydraulického systému zlamovací, všechna kola jsou poháněna, a nosnost bývá výrazně vyšší než u vyvážecích souprav (Neruda a kol., 2013).
- **Vyvážecí soupravy** 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 nápravy. Dokonalejší konstrukce přívěsů obsahují hydraulicky zlamovací oje, usnadňující a zlepšující vedení přívěsu traktorem při jízdě (Neruda a kol., 2013).

Rozdíly mezi vyvážecí soupravou a vyvážecím traktorem z hlediska pohybu:

- U vyvážecího traktoru směr jízdy výrazně ovlivňuje náročnost jeho řízení (zejména je-li nenaložený a není-li tak ovlivněna viditelnost z kabiny).
- U jednoduchých vyvážecích souprav (bez hydraulicky zlamované oje) je couvání po linkách prakticky vyloučeno, směr jízdy výrazně ovlivňuje náročnost jejich řízení.
- U vyvážecích souprav vyšší technické úrovně (s hydraulicky zlamovanou ojí) je couvání usnadněno, směr jízdy ovlivňuje náročnost na jejich řízení poněkud méně, než u jednoduchých souprav.
- Trakční schopnosti jednoduchých vyvážecích souprav s nepoháněnými koly přívěsu jsou výrazně nižší, než u vyvážecích traktorů nebo souprav vyšší technické úrovně s pohonem všech kol, toho plyne ozelená stoupavost jednoduchých vyvážecích souprav i možnost zvýšeného prokluzu kol (Neruda a kol., 2013).

Vyvážecí traktory

Třídění vyvážecích traktorů do výkonových tříd

Podle užitečné nosnosti a základních technických parametrů lze kolové vyvážecí traktory rozdělit na malé vyvážecí traktory, střední vyvážecí traktory a velké vyvážecí traktory (Neruda a kol., 2013). V následující tab. 8 je uvedeno orientační členění vyvážecích traktorů do výkonových tříd.

Tab. 8: Orientační členění vyvážecích traktorů do výkonových tříd (Neruda a kol., 2013)

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

Většina výrobců vyvážecích traktorů používá princip hydrostaticko-mechanického přenosu hnací síly, takřka totožného s pohonem podvozku harvestorů (Neruda a kol., 2013).



Obr. 11: Vyvážecí traktor John Deere 810E (MERIMEX.CZ 2016)

Vyvážecí traktory dle druhu podvozku:

- kolové
- pásové

Kolový podvozek vyvážecích traktorů má osazeno 4, 6 nebo 8 kol. Osmikolový podvozek poskytuje lepší jízdní vlastnosti a větší styčná plocha pneumatik zabezpečuje snížení specifického tlaku na povrch půdy i při vyšší zátěži. Kolové podvozky mohou být vybaveny protismykovými řetězy nebo kolopásky (Neruda a kol., 2013).

Vyvážecí traktory jsou vybaveny aretačními klouby, případně výkyvných náprav pro zvýšení tuhosti podvozku a tím ke zvýšení příčné stability stroje při nakládání a skládání nákladu (Neruda a kol., 2013).

Kabina vyvážecího traktoru je svými konstrukčními prvky obdobná jako u harvestoru. Vnitřní vybavení kabiny vyvážecího traktoru odpovídá specifickým požadavkům kladeným na funkci stroje (Neruda a kol., 2013).

Hydraulický jeřáb slouží k nesení drapáku a k manipulaci s kmeny v rámci procesu vyvezení sortimentů na odvozní místo. Jeřáb je montován za kabinou operátora buď na společném rámu s touto kabinou, nebo na rámu nákladového prostoru. Základními prvky hydraulického jeřábu je sloup, hlavní, zlomovací a teleskopické rameno (Ulrich a kol., 2006). Dosah hydraulického jeřábu se obvykle pohybuje od 6 do 10 m (Neruda a kol., 2013).

Nákladový prostor vyvážecího prostoru je vymezen rámem podvozku, klanicemi upevněnými na rámu a opěrnou mříží. Klanice vyvážecích strojů jsou vyhnuty dovnitř ložného prostoru, aby nezpůsobovaly poškození krajních stromů linky při jízdě stroje v příčném náklonu. Nákladový prostor je kromě délkových rozměrů v mm charakterizován také plochou příčného průřezu v m². Tato plocha se pohybuje od cca 3,5 do 8, 0 m². Ložný prostor je tvořen ochranou mříží a obvykle 2 x 4 ks klanic (Neruda a kol., 2013).

Parametry nákladového prostoru pak může zákazník upravovat sám i v provozních podmínkách přímo v porostu např. prostřednictvím hydraulické čelní mříže nebo vybavení VLS (variabilní ložná plocha) a ALS (aktivní ložná plocha), (Ulrich a kol., 2013).

Vyvážecí soupravy

Energetickým prostředkem sortimentních vyvážecích souprav je zpravidla univerzální kolový traktor 4 x 4 o výkonu do cca 70 kW, výjimečně bývá použit i speciální kolový tahač. Nosná část soupravy je tvořena jednonápravovým přívěsem opatřeným klanicemi a hydraulickým jeřábem s drapákem (Neruda a kol., 2013).

Vyvážecí přívěs je tvořen nosným rámem, který musí odolávat velkým zatížením, proto je opatřen tuhým obdélníkovým rámem z ocelových profilů. Podvozek je jednonápravový, většinou je však opatřen čtyřmi koly, neboť bývají použity tandemové nápravy. Přívěs je k traktoru připojen pomocí oje (Neruda a kol., 2013).

Hydraulický jeřáb s drapákem jsou poháněny hydraulicky, nejčastěji jsou upevněny v přední části přívěsu, za ojí. Stranový dosah výložníku je zpravidla 6,0-10,0 m. Ovládání jeřábu je z kabiny traktoru, u některých typů vyvážecích přívěsů je možné i alternativní ovládání jeřábu z vnějšku stroje (Neruda a kol., 2013).

Pro zvýšení stability soupravy při nakládání a skládání je přívěs vybaven hydraulicky stavitelnými teleskopickými nebo výklopnými opěrami (Neruda a kol., 2013).

Nákladový prostor přívěsu je tvořen 4-8 klanicemi zabudovanými do základního rámu. Na přední přívěsu je ochranný čelní panel (mříž), která zabraňuje při brzdění sesunutí nákladu na kabinu řidiče. Vlastní nosnost přívěsu bývá 1,0-6,5 t, průměrná celková délka přívěsu 5,0-6,5 m, šířka 1,7-2,8 m, ložná délka přívěsu cca 4,0 m. Velikost nákladu 4-15 t dříví. Vyvážecí soupravy se především používají v jednoduchých terénních podmínkách. Výhoda vyvážecích souprav je jejich velká flexibilita, možnost pohybu po veřejných komunikacích vyšší rychlostí, traktor může být použit i pro jiné práce, cca ½ úroveň pořizovací ceny ve srovnání s vyvážecí traktorem (Neruda a kol., 2013).

3.9 Faktory ovlivňující nasazení harvestorových technologií (HT)

3.9.1 Kritéria výběru vhodných porostů pro HT

Výběr porostů má zásadní vliv na výslednou míru poškození porostu i na ekonomickou efektivnost zásahu (Neruda a kol., 2013).

Sklon terénu

Harvestory i vyvážecí traktory mají svou konstrukcí danou svahovou dostupnost. Pro oba druhy strojů je mnohem nebezpečnější příčný sklon terénu; nebezpečí převrácení stroje je proto třeba předcházet již při trasování linek. Obecně platí, že příčný sklon linky by neměl přesahovat 10 %. Za bezproblémové lze považovat svahy, které vyjede harvester bez použití uzávěrky diferenciálu a na kterých při zabrzdění neklouže ze svahu při kácení stromu. Nastane-li taková situace, lze považovat další provoz harvestoru za riskantní a je lépe počkat s jeho nasazením na příhodnější podmínky (sucho), (Neruda a kol., 2013). Kolové harvestory mohou zvládnout terény po spádnicí (podélný sklon) do 35 % ve výjimečných případech, podle stavu povrchu, až do 50 %. Při sklonitosti nad 50 % (do 65 %) připadají v úvahu jen pásové a kráčející varianty podvozků. Při pojíždění napříč svahem (příčný sklon) je stabilita harvesterů malá a dovoluje maximálně 10 % sklon (Sysel, 2014). Svahovou dostupnost lze zvýšit použitím trakčního navijáku. Při jeho použití se jeho svahová dostupnost těžebně dopravních strojů může zvýšit až na 75 % (Ulrich a kol., 2014). V tab.9, je uveden vliv sklonu na nasazení harvesterů.

Tab. 9: Vliv sklonu na nasazení harvesterů (Ulrich a kol., 2014)

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

Členitost terénu

Terénní podmínky ovlivňují možnost nasazení těžební techniky. Za neoptimálnější pro harvestorové technologie je považován terénní skupina A (dle klasifikace Lesprojektu), (Sysel, 2014). Klasifikace dle Lesprojektu 1980 je uvedena v tab. 1. Při posuzování členitosti terénu je pro nasazení HT důležitá velikost překážek (vyvýšeniny a

prohlubně) a vzdálenost mezi nimi (Ulrich a kol., 2014). V tab. 10 je uveden švédský systém klasifikace terénů vhodných pro nasazení harvesterových technologií těžby.

Tab. 10: Systém švédské klasifikace terénů vhodných pro nasazení HT (Neruda a kol., 2013)

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

Únosnost podloží

Dle typologické klasifikace ÚHUL je za hraniční tlak mezi únosnými a neúnosnými terény považován tlak 50 kPa ve stopě dopravního prostředku (tlak odpovídající boření lidské nohy). Při nasazení harvesterových technologií je v tomto případě rozhodující tlak vyvázečního traktoru, který po vyvázečních linkách projíždí několikrát. Aby se snížil tlak na půdu, jsou vhodnější 8 kolové vyvázeční traktory s použitím kolopásů na jednotlivých nápravách. Hodnoty tlaku na půdu u různých vyvázečních traktorů John Deere v 6 a 8 kolovém provedení, bez kolopásů a s kolopásky, při jízdě bez nákladu nepřekračuje zadní náprava 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), (Neruda a kol., 2013).

Únosnost půdy je charakterizována terénním typem, do kterého lze s jistou nepřesností zahrnout edafické kategorie ze souboru lesních typů. Tyto edafické kategorie je možné orientačně možné rozřadit do několika skupin podle únosnosti dané zrnitostním složením půdy a ovlivněním vodou. V případě nepříznivých podmínek pro nasazení harvesterů

bude riziko poškození půdy v jinak shodných porostech nižší v porostu s únosnější edafickou kategorií (Neruda a kol., 2013).

Obecně velmi dobrou únosnost mají edafické kategorie charakteristické vyšším obsahem skeletu, který účinně rozkládá tlak prostředí na půdu (J, X, Y, Z, C, N, A, F), (Neruda a kol., 2013).

V tab. 11 uvádí orientační členění edafických kategorií podle únosnosti.

Tab. 11: Orientační členění edafických kategorií podle únosnosti (Ulrich a kol., 2014)

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

Těžená dřevina, její věk a dimenze

Věk porostu souvisí s dimenzemi stromů v porostu a jejich rozestupem. Harvestory se ve většině případů pohybují pouze po linkách, mezi kterými se nachází pracovní pole o šířce cca 20m. Jsou však známy i technologické postupy s větším rozestupem pracovních linek, kdy se harvester pohybuje uvnitř pracovního pole. Aby se zamezilo nadměrnému poškození porostu, je nutné dbát na ponechání volného prostoru po stranách stroje. Z šetření zaměřeného na šíření hnilob vyplynulo, že nebezpečí poškození kmene hnilobou hrozí, jestliže se toto poškození nachází do vzdálenosti 0,5 m od kmene (Ulrich a kol., 2006).

Žádný ze strojů proto nelze použít pro pojezd uvnitř pracovního pole při respektování užitých výchovných modelů, jestliže po zásahu zůstane více než 1450 stromů na 1 ha. Při dodržení výchovných modelů není možné stroje použít uvnitř pracovního pole v porostech mladších 40 let (Neruda a kol., 2013).

Harvestorové hlavice jsou konstruovány zejména pro jehličnaté dřeviny. Velmi dobře se zpracovává smrk, u starších borovic jsou však v korunách tlusté větve a dochází k problémům při protahování kmene odvětvovacími noži. Proto jsou v tomto případě vhodné hlavice se 4 protahovacími válci. U všech dřevin práci komplikuje rozdojení kmene. Z tohoto hlediska nejsou pro harvestory výhodné porosty s vyšším zastoupením křivých a rozdojených stromů (Neruda a kol., 2013). Následující tab. 12 zobrazuje závislost mezi úřezem hlavice, výčetní tloušťkou a objemem středního kmene. Barevně jsou rozlišeny hmotnosti do 0,49 m³, 0,5 až 0,99 m³, 1 až 1,49 m³.

Tab. 12: Závislost mezi úřezem hlavice, výčetní tloušťkou a objemem středního kmene (Ulrich a kol., 2006)

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

3.9.2 Technologická příprava pracoviště

Zpřístupňování porostů je základním předpokladem managementu lesních porostů. Hlavním přínosem zpřístupnění pro těžbu dříví spočívá v tom, že snižuje podmínky pro soustředování dříví, vyplývající z hustoty porostu, požadavku na selektivnost zásahu, a v předemýtních těžbách i na nízké hmotnosti těžených stromů (Neruda a kol., 2013).

Zpřístupnění porostů je předpokladem pro bezškodné a ekonomické nasazení harvesterové technologie. Plánování zpřístupnění začíná v kanceláři, kde se zakreslí poloha skládek a vyvážecích linek do základní mapy. Pečlivé plánování vývozních cest a vyvážecích linek redukuje poškození stojících stromů. Vedení linek vyžaduje pečlivost, která zohledňuje jak přírodní, tak technické aspekty (Ulrich a kol., 2006).

Před vlastní těžbou je nezbytné provést technologickou přípravu pracoviště, což je stanovení dopravních předělů v terénu, rozčlenění porostu přibližovacími resp. vývozními linkami na pracovní pole, určení místa a velikosti plochy pro skládky dříví, a stanovení směru těžby, soustředování i odvozu dříví. Technologická příprava porostu musí být provedena včas a v přímé vazbě na zvolenou technologii. Součástí technologické přípravy pracoviště je i technická příprava pracoviště, představující

nezbytné technické úpravy pracoviště před započítáním vlastních těžebních prací (Neruda a kol., 2013).

Rozčlenění porostu a vyvážecích linek

Rozčlenění porostu, vyvážecích linek a vyznačení stromů určených k těžbě je povinností majitele lesa. V případě složité terénní situace je možná spolupráce majitele lesa s operátorem harvestoru, což by mělo vést ke shodě na optimální variantě. Jednou ze základních činností technologické přípravy (porostu) pracoviště je rozčlenění na pracovní pole. Těžební stroje by se měly pohybovat jen po těžebních linkách. V porostech, kde se provádí výchovná těžba, se musí síť vyvážecích linek jasně naplánovat a vyznačit. Na plochách určených k mýtní těžbě není třeba plánovat vývozní linky, protože o jejich umístění rozhodne operátor sám. Při rozčleňování porostu je vhodné akceptovat následující doporučení a fakta:

- nejvhodnější je vést vyvážecí linky po spádnicí – šířka linek je u malých harvestorů 3,5 m, u velkých strojů jsou to 4 m
- vyvážecí linky by měly být vedeny kolmo nepřevládající větry
- vhodné je, když si harvestor zpracovává linku sám a větve ukládá na jízdní dráhu. Doporučovaná vrstva větví na lince (v kolejích) se pohybuje okolo 40 cm.
- podíl vyvážecích linek by neměl přesáhnout 20 % plochy porostu
- při vedení linek je potřeba zohledňovat přírodní a technické aspekty
- porosty s řadovou výsadbou vyžadují šikmé vedení linek. U kolmo vedených linek na stromovou řadu jsou stromy určené k těžbě špatně viditelné, jsou-li linky vedeny rovnoběžně s řadou stromů, vytvářejí větve stojících stromů překážku při zpracování těžebních stromů (Sysel, 2014).

Vyznačování linek se děje od napojení linky na odvozní cestu směrem do porostu. Strom je označen podélnou šikmou čarou, či šipkou, která současně udává směr pohybu dříví z porostu vyvážecím traktorem. Snahou je, aby linka byla přímá, a jen ve výjimečných případech lze vést linky v oblouku (Neruda a kol., 2013). K vyznačování se využívají umělohmotné pásky, které jsou přírodě neškodné a po roce zvětrávají a odpadnou (Ulrich a kol., 2014). Vývoz dřeva z porostu na skládku na odvozním místě

by neměl být plánován po trase delší než 200-250 m, jinak je podíl jízdních časů moc velký (Neruda a kol., 2013).

Vyznačování stromů k těžbě

Stromy se vyznačují nejméně dvěma tečkami o průměru cca 7 cm (ve výši asi 1,20 m) kolmo k lince ne příčnou čarou o délce asi 1/3 obvodu stromu. V hustých porostech lze využít nástřikové tyče (např. typ Sterzik), (Neruda a kol., 2013).

Volba vhodného období těžby HT

Při plánování těžby ve větším měřítku, než je několikadenní těžba, je důležité rozdělit porosty do těžebních bloků: pro tzv. vlhké (zpravidla letní) a suché (zpravidla zimní) období roku. V porostech nebo těžebních blocích, vyčleněných pro vlhké období se předpokládá předepsání výchovné nebo mýtní těžby na takových lokalitách, na kterých lze předpokládat nízké poškození půdy. Plochy na lokalitách, které jsou vysoce rizikové z hlediska poškození stromů a půdy během vlhkého ročního období, jsou zařazeny do bloků a jsou určeny a jsou určeny ke zpracování v suchém (tedy zimním) období, kdy je únosnost půdy vyšší díky zamrznutí. Plánování těžeb by mělo vzít v úvahu aktuální změny počasí (Neruda a kol., 2013).

3.9.3 Kvalifikace operátora

Důležitým faktorem, který vstupuje do procesu HT je lidský faktor tj. operátor harvestoru či vyvážecí soupravy. Kvalifikační požadavky na tuto profesi nejsou jednoznačně celostátně stanoveny. Jedinou kvalifikační podmínkou je řidičské oprávnění skupiny C nebo T. Zodpovědný přístup obsluhy má rozhodující vliv na zajištění optimálních a dlouhodobých výsledků prostředku (Sysel, 2014).

Mezi předpokládané požadavky pro práci operátora harvestoru lze zařadit:

- základní kvalifikaci pracovníka
- minimálně vstupní školení poskytované prodejcem stroje
- kvalifikaci pro obsluhu hydraulického jeřábu
- požadavky na technické znalosti a dovednosti (pro seřizování údržbu a opravy)
- určitý stupeň lesnického vzdělání (Sysel, 2014).

Nejdůležitější předpoklady operátora HT je možno shrnout do těchto bodů:

- samostatnost při řešení problémů (často bývá v lese okázán sám na sebe)
- manuální zdatnost (jak při ovládání stroje, tak při servisních pracích)
- rozvážnost, ale ne pomalost
- aktivní přístup
- kladný vztah k informačním technologiím (komunikace s měřícím a řídicím systémem harvestoru)
- ochota operátora snášet pobyt mimo domov (přesun technologií, jak po celém ČR, tak i do zahraničí), (Sysel, 2014).

3.9.4 Plánování nasazení HT

Tok dříví od pařezu ke zpracovatelskému závodu ve správných sortimentech a dřevinách ve správný čas, by měl být co nejvíce plynulý. Tímto způsobem lze efektivně a rentabilně zabezpečit požadavky odběratele na dodávky určitého sortimentu. Zásoba porostů vybraných k těžbě by měla být taková, aby mohly být získávány všechny požadované sortimenty v plánované roční době. Z tohoto důvodu je při plánování těžeb a dodávek dříví nutno využívat zásady logistiky (Neruda a kol., 2013).

Dlouhodobé (strategické) plánování:

- veškeré využívané postupy, stroje a technologie, by měly co nejlépe vyhovovat požadavkům TUH
- dlouhodobá technologická příprava pracoviště pro HT musí vycházet z objektivní terénní a technologické typizace

Krátkodobé (logistické) plánování:

- potřeba zajištění skutečného objemu dříví, určeného pro zpracování
- je třeba vyhodnotit stav půdy a podloží v době realizace práce harvestorem
- vybrat harvestor technicky nejlépe odpovídající daným pracovním podmínkám
- zjistit počet vyráběných sortimentů v jednotlivých porostech. Nejvhodnější je co nejmenší počet. Maximálně však tři sortimenty v porostu. Více sortimentů může snížit směnový výkon harvestoru.
- zajistit instruktáž obsluhy harvestoru a vyvážecího traktoru

- určit výkonnost technologie za pracovní směnu (nejběžnější je dvou směnný provoz)
- vyhodnotit stav odvozních cest a přibližovacích cest, realizovat potřebné úpravy a navrhnout postup pro minimalizaci neproduktivních přesunů strojů. Přesuny strojů jsou vždy velmi nákladné.
- vyhodnotit vhodnost polohy (směr i rozestup) a kvality (šířka a povrch) využitelných přibližovacích (vyvážecích) cest, případně navrhnout a realizovat nové řešení pro soustředování dřeva
- zajistit vyznačení stromů určených k těžbě, případně vyznačit kvalitní jedince tvořící tzv. kostru porostu, u kterých nesmí dojít k poškození (Bartoš, 2010).

3.10. Vliv mechanizačních prostředků na lesní porost

V souvislosti s vývojem harvesterových technologií se dostaly lesnické stroje do všech stupňů lesní výroby a vstupují tak na stále větší část půdy, určené k zajištění plnění funkcí lesa. Také vliv vlastních přibližovacích technologií v souvislosti se zdokonalením jejich funkcí vázaných na změny technických parametrů – především na jejich celkovou hmotnost, dosahovatelnou rychlost pojezdu, počet náprav a ev. použití pásových/kolopásových technologií – během posledních třiceti let nabývá na významu, a to i v souvislosti se sítí lesních odvozních cest a potenciálním vznikem erozních rýh v korunách těchto vozovek (Skoupý a kol., 2011). Moderní technika a s ní spojené technologie jsou nositeli rozsáhlých kvantitativních i kvalitativních změn v lesnické výrobě. Při nesprávném použití těžební techniky může dojít k poškození stojících stromů a narušení půdního povrchu. Zcela zásadní je vliv operátora, který svým odpovědným přístupem k práci může zabránit většině nepříznivých vlivů techniky na lesní půdu (Ulrich a kol., 2014).

Pro lesní hospodářství má poškození porostů negativní na dopady, které souvisí zejména s následujícími faktory:

- ztráta na přírůstu
- snížení kvality dřeva
- zvýšení nebezpečí působení sekundárních škůdců
- snížení stability jednotlivých stromů a celých porostů (Ulrich a kol., 2014).

Negativní vliv přibližovacích technologií na lesní půdu je možný z lesnického hlediska hodnotit z trojího pohledu:

- mechanické poškození kořenů lesních dřevin
- zhutnění povrchových půdních horizontů
- zvýšení mechanického odporu půdy pro růst kořenů (Skoupý a kol., 2011).

3.10.1 Poškození stojících stromů

Poškození stojících stromů v těžebně – dopravním procesu ovlivňují zejména následující výrobně – technické podmínky: členitost terénu a počet překážek, doba těžby, druh dřeviny, zakmenění, příprava pracoviště, pohyb strojů mimo vyznačené linky a lidský faktor (Ulrich a kol., 2014).

Ústavem lesnické a dřevařské techniky LDF Mendelovy univerzity v Brně byly vylišeny následující stupně poškození stojících stromů:

1. Mechanické poškození kořenových náběhů a kmene stromu (odřetí, odloupení kůry apod.), označuje drobná poškození povrchu stromu s plochou do 10 cm².
2. Větší poškození stromu s plochou do 100 cm².
3. Poškození nad 100 cm².

Pokud má strom několik poškození, eviduje se každé samostatně. Stromy bez poškození se evidují v rámci kontrolní zkusné plochy pro předepsanou metodu měření. U výše uvedených stupňů poškození 1. – 3. se upřesňuje výška, ve které k poškození došlo mechanickým způsobem. Poškození kmene nebo kořenů stojících stromů hlavního porostu nemají zásadní význam z hlediska okamžitého porušení struktury dřeva. Jejich velká závažnost spočívá v tom, že se stávají bránou vstupu houbových infekcí (Ulrich a kol., 2014).

Poškození kořenových systémů okolních stromů lze očekávat i při usměrněném pohybu těchto strojů jen po vymezených drahách – vývozních linkách. Pojezd těžkých přibližovacích strojů přímo neohrožuje vertikální kořeny, ale kořeny povrchové a kořenové náběhy ano. Jestliže jsou poškozena nebo zcela zničena krycí pletiva včetně kambia na povrchu kořenů, dřevní pletiva jsou plně vystavena hlubokému prosychání a následující infekci houbami. Kořenové náběhy jsou nejčastěji poškozovány při úzkých

vyklizovacích liniích nebo při objíždění překážky. Úměrně s mechanickým narušením půdního povrchu dochází taktéž k přetrhání kořenového systému, což znamená okamžité přerušení jejich absorpční funkce s následným přerušením transpiračního proudu ve vodivém systému (Gebauer a kol., 2010).

3.10.2 Poškození lesní půdy

Při pojezdu těžebně dopravních strojů dochází k zhutnění půdy, které je spojeno s vážnými změnami v půdní struktuře a hydrologii. Při zhutnění půdy dochází ke zvýšení objemové hmotnosti půdy, pórovitosti, snížení infiltrace vody a zvýšení eroze a v konečném důsledku ke změnám ve fyziologii rostliny. Zhutnění půdy je ovlivněno vnitřními půdními faktory (rozmístění a velikost půdních částic, objemová hmotnost půdy, kontinuita pórů, obsah vody aj.) a vnějšími faktory, kterými jsou použita technika, nakládání dřeva, doba trvání nakládání, intenzita a způsob těžby, příprava stanoviště (Gebauer a kol., 2010).

Těžebně dopravní eroze, jako projev negativních účinků strojů a prvků technologií se projevuje zejména:

- změnou struktury půdy
- přemísťováním a promícháváním vrstev
- odnášením půdy
- vznikem kolejí (Sysel, 2014).

V průběhu několika posledních roků se vyprofilovaly tři základní metody zjišťování škod způsobených lesnickými technologiemi na lesní půdě:

- Německá metoda
- Metoda Mc-Mahona
- Finská metoda

Všechny tři techniky jsou použitelné, ale časově náročné (Bartoš, 2009).

V evropské lesnické praxi neexistuje jednotný systém hodnocení poškození půd a poškození stromů vlivem TDS. Na základě dlouhodobých šetření ústavu lesnické a dřevařské techniky a ústavu geologie a pedologie LDF Mendelu byla v roce 2013 navržena metodika, jejímž cílem je stanovení kritérií přípustného poškození půdy a lesního porostu působeného vlivem provozování těžební činnosti. Nově certifikovaná

metoda je podrobně charakterizována v kap. 4.7, skripta Technika a technologie v lesnictví (Neruda a kol., 2013), (Sysel, 2014).

Základní zásadou by měla být snaha minimalizace počtu přejezdů jednotlivých strojů, jelikož je známo, že při prvních dvou až třech přejezdech se projeví největší zhutnění půdy. Při následujících přejezdech, zejména na půdách plastických, pak může docházet k vytlačování půdy do stran (Neruda a kol., 2013). Pokrývání povrchu půdy klestem se projevuje pozitivně, protože tlaky pod klestem jsou často až o 50 % nižší (Sysel, 2014).

Zvlášť ohroženým podložím jsou jílovité zeminy, neboť absorbují velké množství vody a během jarních a zimních měsíců je jejich únosnost problematická. Ve svazích cesty dočasně slouží jako odvodní koryta a vodní eroze prohlubuje narušení jejich profilu. Zprůjezdnění málo únosného terénu vychází v praxi ze dvou variant:

1. Trasa pojezdu se zpevní přídatnými materiály.
2. Úprava dočasně doplní a zpevní konstrukci vozovky následujícím způsobem:
 - hatě
 - umělohmotné mobilní rohože
 - umělohmotné mobilní desky
 - kolejové zpevnění (stavební recykláž nebo zemník)
 - sítě (staré použité oplocenky jako spodní vrstva kolejí)
 - rošty z těžebního odpadu
 - široké nízkotlaké pneumatiky

Rozsah zpevnění plochy závisí především na:

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

Na zpevnění podmáčených a neúnosných podloží je možné využít také kůru a štěpku. Tyto materiály jsou vhodné i do rašelinných půd, za předpokladu správných technologických postupů (Ulrich a kol., 2014).

3.10.3 Asanace škod

Význam povýrobních úprav nesmí být přeceňován, aby nevznikl pocit, že je možné páchat jakékoliv škody, a pak je sanovat. Naopak je nutno je chápat jako poslední možnost nápravy škod, kterým se nepodařilo zabránit preventivními opatřeními ani kvalifikovaným řízením výroby (Ulrich a kol., 2014).

Mezi základní asanační opatření se zařazují:

- Plochy se strženým nadložním humusem, v protierozním souboru a v infiltračním souboru na svazích pokryt klestem.
- Plochy s porušením celistvosti půdního povrchu na svazích do 25° krýt klestem, na prudších svazích při větším rozsahu zatravnit s využitím travních rohoží.
- Koleje a rýhy ve spádnicovém směru nebo šikmo po svahu a plochy se zhutnělým minerálním povrchem přerušit vrstevnicovými brázdami nebo svodnicemi tak, aby voda nenabývala unášecí rychlosti.
- Na křížení přibližovacích drah s vodotečemi odstranit provizorní můstky, vyčistit propusti, opravit porušené koryto a usměrnit tok tak, aby nedocházelo k zabahnění terénu.
- Klest a těžební zbytky v příbřežních porostech odstranit z koryta a inundačního pásma a zpracovat do klestových překážek s filtračními a konsolidačními účinky, mimo inundaci využít klest pro plůtky a klestové pokryvy na narušených svazích.
- Ve stržích a zářezech bez trvalého toku klest a těžební zbytky ponechat a před ústím opatřit propusti hrablemi k zadržení materiálu při stoku silných srážek (Ulrich a kol., 2014).

3.11 Sortimentní těžební metoda

Metoda sortimentní je nejstarší metodou, používanou v těžbách výchovných i obnovních. Hlavním důvodem užívání byla v období manuálního a animálního soustředování dříví nízká disponibilní tažná síla. Proto bylo nutné vytěžené dříví řezem rozdělit na kratší, fyzicky zvládnutelné výřezy, a bylo vhodné je odkornit pro snížení vlečeného tření, a ponechat proschnout pro snížení hmotnosti (Neruda a kol., 2013).

U sortimentní těžební metody jsou kmeny odvětveny a zkracovány na sortimenty přímo u pařezu nebo v jeho blízkosti a pak vyváženy na skládku při odvozní cestě. Princip rozměřování kmenů na sortimenty spočívá v zajištění optimálního využití různých částí,

tj. ujištění se, že různé části kmenů jsou využity pro účely, kde lze získat maximální užitek u zpeněžení. Často je možné nařezat několik sortimentů z jednoho kmene (Ulrich a kol. 2014).

Metoda sortimentní těžby dříví vykonávané harvestorem se oproti sortimentní metodě motomanuální vyznačuje zásadním specifíkem: pokácený strom není zpracován bezprostředně u pařezu, od kterého byl pokácením od pařezu oddělen, ale harvestorem je přemístěn na zvolené místo a na tomto místě je strom odvětven, změřen, rozřezán na sortimenty, které jsou odděleně uloženy na hromádky. Harvestor vyrábí sortimenty, zajišťuje jejich vyklízení od pařezu na vývozní místo, a to vše provádí v jedné souvislé technologické fázi. Vzhledem k těmto specifickým vlastnostem je tedy zřejmé, že těžební metodu, uskutečňovanou pomocí harvestor, je spíše vhodné vyčlenit jako samostatnou a označit ji jako těžební metodu harvestorovou, případně těžební metodu sortimentní harvestorovou (Neruda a kol., 2013).

Při zpracování stromu harvestor zpravidla vyrábí více než jen jeden sortiment, a to dle požadavku odběratele. Základními kritérii pro zařazování výřezů do sortimentních tříd jsou jejich rozměry (dřevina, tloušťka na čele či čepu, délka a technologická jakost, tj. výskyt vad dříví). V harvestorové těžební technologii jsou v jejím základním a nejužívanějším uspořádání zapotřebí pouze dva stroje: harvestor a vyvážecí traktor, tvořící tzv. harvestorové uzel (Neruda a kol., 2013).

Nasazení harvestorů do jiných těžebních metod, tj. do kmenové nebo dokonce do stromové, nelze doporučit, a to ze dvou zásadních důvodů. Nejsou přitom zdaleka využity možnosti, které harvestorové technologie skýtají a zároveň vznikají i technické problémy, např. při odvětvození stromů v celých délkách dochází k jejich lámání a k přetěžování pracovního ústrojí harvestoru. Výřezy vyrobené harvestorem a vyvážené vyvážecím traktorem zůstávají čisté, což je významnou výhodou pro odběratele, tak i pro dodavatele dříví, neboť odběratel toto zpravidla i finančně dodavateli stimuluje (Neruda a kol., 2013). Tabulka 13 uvádí současné zastoupení těžebních technologií v ČR (tis. m³).

Tab. 13: Současné zastoupení těžebních technologií v ČR (tis. m³), (Kol. autorů, 2015)

Subjekty	Harvestorové technologie	Kmenové technologie	Těžba	(%) sortiment	Štěpkování	Soustředování lanovkou
Státní lesy v ČR včetně škol	3 073	6 347	9 420	33	1 370	30
Obecní lesy	479	1 773	2 252	21	160	17
Soukromé lesy	945	2 859	3 804	25	270	75
Celkem	4 497	10 979	15 476	29	1 800	122

4. METODIKA

Diplomová práce se skládá z několika základních statí, jejichž dílčí metodiky řešení jsou charakterizovány v následujícím textu.

4.1 Zdroje dat

Pro zpracování diplomové práce budou použita data z aktuálního LHP pro LHC LDO Příbyslav s platností od 1. 1. 2009 do 31. 12. 2018. Z hlediska procesu stárnutí porostů, při kterém dochází ke změně dendrometrických veličin, nebude na tuto změnu brát zřetel, jelikož zde bude posuzován potencionální nasazení motomanuální těžby a HT, data obsažena v LHP jsou pro danou práci dostačující. Diplomová práce bude zpracována pomocí programu Microsoft Office Excel. Z elektronické hospodářské knihy, která je v tabulkovém přehledu popisu základních JPRL budou použita základní vstupní data. Dalšími zdroji, z kterých budou čerpány informace, jsou dostupné knižní publikace, textová část LHP LDO Příbyslav, webové stránky LDO Příbyslav. Tyto informace budou použity pro popis LHC LDO Příbyslav, přírodních poměrů, dřevinné skladby, selekce vhodných porostů atd. Metodika bude dále rozdělena do dílčích částí:

- Stanovení kritérií pro nasazení motomanuální těžby
- Stanovení kritérií pro nasazení harvestorové technologie
- Stanovení kritérií harvestorů
- Kalkulace potřeby času – porovnání nasazení HT a motomanuální těžby
- Doporučení pro provozní praxi

4.2 Stanovení kritérií pro nasazení motomanuální těžby

Možné kombinace při využití motomanuální těžby:

- RMŘP + KŮŇ + UKT (SLKT)
- RMŘP + KŮŇ + VYVÁŽECÍ SOUPRAVA
- RMŘP + UKT (SLKT)
- RMŘP + VYVÁŽECÍ SOUPRAVA

Pro třídění dat jednotlivých porostů bude třeba stanovit následující kritéria pro nasazení motomanuální těžby:

- Terénní typ a edafická kategorie
- Hospodářský způsob
- Minimální věk
- Těžební předpis

Základní vstupní data z LHP budou zpracována programem Microsoft Office Excel, na základě terénních a taxačních charakteristik jednotlivých porostů daného LHC. Výběr porostů bude proveden funkcemi tohoto programu. Funkcemi jsou automatický filtr a logická funkce „KDYŽ“. Postupně budou zanášena jednotlivá kritéria pro výběr vhodných porostů. Například zápis vzorce pro posouzení terénních typů: **KDYŽ(A(NEBO(H19=11;H19=12;H19=13;H19=14;H19=21))=PRAVDA;"VHODNÉ";"NEVHODNÉ")**

Stejným způsobem budou zanášena i další zvolená kritéria pro nasazení motomanuální těžby.

4.2.1 Terénní typ a edafická kategorie

Prostředky motomanuální těžby, kterými jsou UKT, SLKT, jsou omezeny svahovou dostupností. Při sklonu do 8 % je možný pohyb všemi směry. S narůstajícím sklonem terénu klesá dostupnost porostů pro kolovou techniku. Terény se sklonem svahu 41 % jsou již pro kolovou techniku nedostupné, proto tedy v rámci zpracování diplomové práce budou považovány za přijatelné terénní typy ty, které mají sklon do 40 %.

Za vhodné terénní typy jsou brány 11, 12, 13, 14, 21. Edafické kategorie jsou jednou z příčin, které ovlivňují rozhodování pro nasazení technologie těžby. Porosty, které jsou na vodou ovlivněných stanovištích, se zpracovávají motomanuální těžbou, a to za zámrazu nebo v suchých obdobích, právě v tomto období jsou takové porosty přístupné pro motomanuální prostředky (UKT) a nejsou působeny nepřiměřené škody na lesních porostech. Zařazeny jsou porosty vyskytující se na vodou ovlivněných stanovištích, jedná se o následující edafické kategorie L, U, V, O, P, Q, T, G, R. V hospodářské knize nejsou edafické kategorie vylišeny samostatně, ale jsou součástí SLT. Označení SLT je složeno z LVS (číslo) a z edafické kategorie (písmeno), na LVS nebude brán zřetel.

Zápis vzorce pro kritérium terénní typ:

KDYŽ(A(NEBO(H19=11;H19=12;H19=13;H19=14;H19=21))=PRAVDA;"VHODNÉ";"NEVHODNÉ").

Zápis vzorce pro kritérium edafická kategorie:

KDYŽ(NEBO(ČÁST(K19;2;1)="L";ČÁST(K19;2;1)="U";ČÁST(K19;2;1)="V";ČÁST(K19;2;1)="O";ČÁST(K19;2;1)="P";ČÁST(K19;2;1)="Q";ČÁST(K19;2;1)="T";ČÁST(K19;2;1)="G";ČÁST(K19;2;1)="R")=PRAVDA;"VYHOVUJÍCÍ";"NEVYHOVUJÍCÍ")

4.2.2 Hospodářský způsob

V databázi LHP jsou označeny jednotlivé hospodářské způsoby číslem. Číslo 1 představuje hospodářský způsob holosečný, číslem 2 je označen hospodářský způsob násečný. Pro nasazení motomanuální těžby jsou za vhodné hospodářské způsoby považovány holosečný i násečný hospodářský způsob.

Zápis vzorce pro kritérium hospodářský způsob:

KDYŽ(NEBO(L19=1;L19=2;L19=3;L19=4)=PRAVDA;"VHODNÉ";"")

4.2.3 Minimální věk

Motomanuální těžba je vhodná ve všech vývojových stádiích porostu, lze ji tedy použít neomezeně. Tzn. v mlazinách, kde se pěstebními úkony provádí pročistky, prořezávky, čistky, vyvětřování, v tyčkovině a tyčovíně, kde se aplikuje zdravotní a zušlechtovací výběr tzv. probírky úroňové a podúroňové a taktéž vyvětřování. Za další vhodné vývojové fáze je považována nasávající kmenovina a kmenovina.

4.2.4 Těžební předpis

Těžební předpis stanovený pro LDO Příbyslav na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016 bude zpracován pomocí programu Microsoft Excel, pomocí vhodně zvolené funkce. Porosty, které jsou zařazeny do těžby v prvním a druhém čtvrtletí pro rok 2016, a je tedy stanoven objem těžeb v jednotlivých porostech, budou vhodné pro nasazení motomanuální těžby, nebude zde určeno žádné omezení, které by se vztahovalo na objem těžby.

4.3 Stanovení kritérií pro nasazení harvesterové technologie

Úkolem zvolených kritérií a jejich zanesení do databáze LHP bude vyhledat ty porosty, které jsou nejvhodnější pro nasazení harvesterové technologie. Hlavním předpokladem této diplomové práce je, aby byly přednostně vyloučeny JPRL, u kterých je riziko či předpoklad poškození porostů či celého ekosystému značné a pro nás nepřipustné.

Data jednotlivých porostů budou tříděna na základě následujících zvolených kritérií pro nasazení harvesterové technologie:

- Terénní typ a edafická kategorie
- Minimální zastoupení jehličnanů
- Hospodářský způsob
- Minimální věk
- Těžební přepis

4.3.1 Terénní typ a edafická kategorie

Sklonitost terénu má vliv pro nasazení HT. Při zpracovávání této práce budou považovány za přijatelné terénní typy, které mají sklon do 50 %, hranice dostupnosti je stanovena na 70 %, kde je nutností využít kolové podvozky opatřené kolopásky, popř. opatřenými trakčními navijáky, dalšími možnostmi jsou pásové nebo kráčivé formy podvozků. Terénní typy 11, 12, 13, 14, 32, 33 jsou považovány za vhodné. Z hlediska edafických kategorií, které jsou součástí SLT v hospodářské knize, budou vyřazeny porosty, které se nacházejí na vodou ovlivněných stanovištích L, U, V, O, P, Q, T, G, R. Na některých vodou ovlivněných stanovištích je možné HT využít, pokud se těžba bude provádět, když půda bude dostatečně promrzlá, nebo v suchých obdobích, aby nebyly způsobeny nepřiměřené škody na lesních porostech. Ostatní edafické kategorie budou brány jako vyhovující.

Zápis vzorce pro kritérium terénní typ:

KDYŽ(A(NEBO(H5=11;H5=12;H5=13;H5=14;H5=32;H5=33))=PRAVDA;"VHODNÉ";"NEVHODNÉ")

Zápis vzorce pro kritérium edafická kategorie:

**KDYŽ(NEBO(ČÁST(K19;2;1)="L";ČÁST(K19;2;1)="U";ČÁST(K19;2;1)="V";
ČÁST(K19;2;1)="O";ČÁST(K19;2;1)="P";ČÁST(K19;2;1)="Q";ČÁST(K19;2;1)
="T";ČÁST(K19;2;1)="G";ČÁST(K19;2;1)="R")=PRAVDA;"VYŘAZENY";"V
YHOVUJÍCÍ")**

Zápis vzorce pro kritérium terénní typ a edafická kategorie:

**KDYŽ(A(AC19="VHODNÉ";AD19="VHODNÉ";AE19="VYHOVUJÍCÍ")=PR
AVDA;"VHODNÉ";"NEVHODNÉ")**

4.3.2 Minimální zastoupení jehličnanů

Z důvodu efektivního využití harvesterových technologií bylo stanoveno kritérium takto, že zastoupení jehličnatých dřevin v jednotlivých etážích bude 60 % včetně. Kritérium je nastaveno takto, protože u listnatých dřevin se zvyšuje podíl zakřivených kmenů, výskyt dvojáků či přesílených větví, a tím se snižuje efektivnost HT. Porosty, ve kterých bude zastoupení jehličnatých dřevin nižší, než 60 % budou nevyhovující.

Zápis vzorce pro kritérium minimální zastoupení jehličnanů:

**KDYŽ(A(NEBO(O19="BO";O19="DG";O19="JD";O19="JDO";O19="MD";O
19="SM";O19="VJ"));P19>=60)=PRAVDA; VHODNÉ;"NEVHODNÉ")**

4.3.3 Hospodářský způsob

Databáze LHP uvádí hospodářský způsob holosečný označený číslem 1 a hospodářský způsob násečný značený číslem 2. Pro nasazení HT jsou vyhovující oba hospodářské způsoby. Za nevyhovující hospodářský způsob pro nasazení HT by byl považován hospodářský způsob výběrný, z důvodu špatné viditelnosti stromů určených k těžbě. Avšak výběrný hospodářský způsob se na majetku LHC LDO Příbyslav nevyskytuje.

Zápis vzorce pro kritérium hospodářský způsob:

**KDYŽ(NEBO(L19=1;L19=2;L19=3)=PRAVDA;"VHODNÉ";KDYŽ(L19=4;"NE
VHODNÉ";""))**

4.3.4 Minimální věk

Z hlediska minimálního věku budou porosty tříděny tak, aby byla práce HT co nejeefektivnější. HT jsou nasazovány především do předmýtních úmyslných těžeb nad 40 let a do mýtních úmyslných těžeb na základě výkonové třídy stroje (Sysel, 2014). Při zpracování práce budou považovány za vhodné porosty pro nasazení HT, ty které jsou starší 40-ti let.

Zápis vzorce pro kritérium minimální věk:

KDYŽ(M19>=40;"VHODNÉ";"NEVHODNÉ")

4.3.5 Těžební předpis

Z hlediska efektivního využití harvesterové technologie je nutné, aby objem těžeb na jednom pracovišti byl dostatečný. Tzn., aby objem práce pro HT byl nejméně na tři pracovní dny, jinak by docházelo k neefektivnímu využití, k ekonomickým ztrátám apod. V této diplomové práci nebude stanoven konkrétní minimální objem těžby pro nasazení HT.

4.4 Rozdělení porostů dle vhodnosti

Na základě výše uvedených kritérií pro nasazení motomanuální těžby a harvesterové technologie, budou rozčleněny porosty na základě vhodnosti pro nasazení motomanuální těžby nebo HT.

Tabulka 14 vyjadřuje barevné rozlišení porostů, které jsou vhodné a nevhodné pro nasazení motomanuální těžby. Porosty vhodné pro nasazení motomanuální těžby vyhovují kritériem terénní typ a zároveň, vyhovují kritériem edafická kategorie jsou tedy označeny zelenou barvou. V případě, že terénní typ i edafická kategorie jsou nevhodné, porosty jsou v takovém případě považovány za nevhodné pro nasazení motomanuální těžby a jsou tedy označeny červenou barvou.

Tab. 14: Barevné rozdělení porostů dle vhodnosti pro nasazení motomanuální těžby

Přiřazení barvy			
Terénní typ	Edafická kategorie		
vhodné	vhodné		vhodné
nevhodné	nevhodné		nevhodné

Následující tab. 15 znázorňuje barevné rozlišení dle vhodnosti pro nasazení HT, jsou tři barevné kategorie, tzn. vhodné, podmíněně vhodné, nevhodné. Porosty vhodné jsou označeny zelenou barvou, porosty podmíněně vhodné znázorňuje žlutá barva a nevhodné porosty, jsou červené barvy.

Zápis vzorce pro barevné rozdělení porostů dle vhodnosti pro nasazení HT:

KDYŽ(A(AC5="VHODNÉ";AE5="VYHOVUJÍCÍ";AH5="VHODNÉ";AI5="VHODNÉ";AG5="VHODNÉ";AJ5="VHODNÉ")=PRAVDA;VHODNÉ;KDYŽ(A(AC5="VHODNÉ";AE5="VYHOVUJÍCÍ";NEBO(AH5="VHODNÉ";AH5="NEVHODNÉ");NEBO(AI5="VHODNÉ";AI5="NEVHODNÉ");NEBO(AJ5="VHODNÉ";AJ5="NEVHODNÉ");NEBO(AG5="VHODNÉ";AG5="NEVHODNÉ"))=PRAVDA);PODMÍNĚNĚVHODNÉ;KDYŽ(NEBO(AC5="NEVHODNÉ";AE5="VYHOVUJÍCÍ";AE5="VYHOVUJÍCÍ"))=PRAVDA;"NEVHODNÉ";""))

Tab. 15: Barevné rozdělení porostů dle vhodnosti pro nasazení HT

Přiřazení barvy						
Terénní typ	Edafická kategorie	Hospodářský způsob	Věk	Minimální zastoupení jehličnanů		
vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné		vhodné
vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné		podmíněně vhodné
vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	nevhodné		
vhodné	vhodné	nevhodné	nevhodné	nevhodné		
nevhodné	nevhodné	nevhodné	nevhodné	nevhodné		nevhodné
nevhodné	nevhodné	Pokud porost nespĺňuje TT a ed. kat., popř. jen TT nebo ed. kat., je dále nevhodný				
nevhodné	vhodné					
vhodné	nevhodné					

Porosty vhodné pro nasazení harvesterové technologie splňují všechny kritéria, tzn. terénní typ, edafická kategorie, hospodářský způsob, věk, minimální zastoupení jehličnanů. Důvod podmíněně vhodné pro nasazení HT bude věk, minimální zastoupení jehličnanů, hospodářský způsob. Ty porosty, které nespĺňují kritérium terénní typ a edafickou kategorii budou považovány za nevhodné pro HT. Výběr porostů bude proveden pomocí automatického filtru a logické funkce „KDYŽ“.

4.5 Stanovení kritérií harvestorů

Pomocí automatického filtru a logické funkce „KDYŽ“ budou vybrány na základě výše uvedených kritérií porosty, které budou vhodné pro nasazení HT. Pro takové porosty budou navrženy vhodné technické parametry harvestorů na základě následujících zvolených technických parametrech:

- Typ podvozku
- Úřez harvestorové hlavice

Zpracování kritérií harvestorů bude provedeno taktéž v programu Microsoft Office Excel, s využitím automatického filtru a logické funkce „KDYŽ“. K typu podvozku budou přiřazeny číselné kódy 1 – kolové podvozky, 2 – kolopásové podvozky, pásové podvozky nebo 3 – kolopásové, pásové podvozky s doplňkem trakčních navijáků, kráčejíci podvozky.

4.5.1 Typ podvozku

V databázi LHP na základě terénních typů bude přiřazen vhodný typ podvozku harvestoru. K jednotlivým typům podvozku harvestoru budou přiřazeny číselné kódy 1 – kolové podvozky, 2 – kolopásové podvozky, pásové podvozky nebo 3 – kolopásové, pásové podvozky s doplňkem trakčních navijáků, kráčejíci podvozky, což zachycuje tab. 16.

Zápis vzorce pro kritérium typ podvozku:

KDYŽ(NEBO(H6=11;H6=12;H6=32;H6=21)=PRAVDA;1;KDYŽ(NEBO(H6=13;H6=33)=PRAVDA;2; KDYŽ(NEBO(H6=14)=PRAVDA;3;"")))

Tab. 16: Přiřazení vhodného podvozku dle terénního typu

	Terénní typy vhodné - kolové podvozky	Terénní typy podmíněně vhodné - využití kolopásových nebo pásových podvozků	Terénní typy podmíněně vhodné - využití kolových, kolopásových nebo pásových podvozků s doplňkem trakčních navijáků, popř. kráčejíci podvozky
Terénní typ	11, 12, 32, 21	13, 33	14
Přiřazený kód	1	2	3

4.5.2 Úřez harvestorové hlavice

Protože v databázi LHP není uveden taxační údaj hodnota středního kmene, bude jej nutné dopočítat, a to tak, že celková zásoba dřevin se vydělí počtem kmenů. Aby byla zvolena správná velikost harvestorové hlavice bude nutné přepočítat střední výčetní tloušťku $d_{1/3}$ pomocí koeficientu na tloušťku v pravděpodobné výšce pařezu. Přepočet se provádí pomocí koeficientu pro výpočet tloušťky na pařezu, pro dřevinu smrk bude zvolen koeficient 1,4, pro borovici a ostatním dřevinám bude přiřazen koeficient 1,2. Koeficienty pro přepočet jsou vzaty z následující tabulky 17.

Tab. 17: Koeficienty pro přepočet z $d_{1/3}$ na d_0 (cm), (Neruda a kol., 2013)

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

Následující tabulka 18 vypovídá o tom, že ke zjištěnému průměru v předpokládaném místě pařezu bude přiřazen kód dle schopnosti úřezu hlavice.

Zápis vzorce pro kritérium úřez harvestorové hlavice:

KDYŽ(KDYŽ(O19="SM";Q19*1,4;KDYŽ(NEBO(O19="BO";O19="DG";O19="JD";O19="JDO";O19="MD";O19="VJ"))=PRAVDA;Q19*1,2;Q19))<50;"a";KDYŽ(KDYŽ(O19="SM";Q19*1,4;KDYŽ(NEBO(O19="BO";O19="DG";O19="JD";O19="JDO";O19="MD";O19="VJ"))=PRAVDA;Q19*1,2;Q19))<60;"b";KDYŽ(KDYŽ(O19="SM";Q19*1,4;KDYŽ(NEBO(O19="BO";O19="DG";O19="JD";O19="JDO";O19="MD";O19="VJ"))=PRAVDA;Q19*1

Tab. 18: Přiřazení harvestorové hlavice dle průměru v místě pařezu

	Malý harvestor	Střední harvestor	Velký harvestor	Přesílené porosty
Úřez hlavice (cm)	do 50	do 60	do 75	nad 75
Přiřazený kód	a	b	c	d

4.6 Kalkulace spotřeby času – porovnání nasazení HT a motomanuální těžby

V této kapitole bude porovnána spotřeba času na těžbu, přibližování a vyvážení dříví a kalkulační ceny pro daný objem těžebního předpisu vhodných i nevhodných porostů na základě zjištěných cen těžebních činností, mezi harvesterovými technologiemi a motomanuální těžbou.

Budou navrženy tři kombinace pro porovnání z hlediska spotřeby času na těžbu, soustřeďování dříví harvesterovou technologií a motomanuální těžbou. Porovnávány budou tyto kombinace:

- HT s těžbou pomocí RMŘP a soustřeďování pomocí UKT pro mýtní porost.
- HT s těžbou pomocí RMŘP, vyklízení koněm a přiblížení pomocí UKT pro předmýtní porost.
- HT s těžbou pomocí RMŘP a soustřeďování pomocí koně pro předmýtní porost.

Pro sestavení kombinací byly vybrány porosty vhodné pro nasazení HT. Potřebné údaje, kterými jsou objem středního kmene dle převládající dřeviny, těžební předpis pro vybrané porosty, přibližovací vzdálenosti a další potřebné informace budou převzaty z hospodářské knihy. Těžební předpis je stanoven na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016. Časy potřebné k vykonání daného těžebního předpisu motomanuální těžbou budou vypočítány pomocí výkonových norem pro lesní hospodářství (www.fld.czu.cz, 2016). Pro zjištění spotřeby času harvesterovou technologií budou použity elektronické výkonové normy pro harvesterový uzel (www.vnhu.forestoffice.eu, 2016). Pro lepší vypovídající charakter budou spotřeby času přepočítány pro zpracování objemu těžby 1000 m³.

Dále budou vybrány porosty, ve kterých je stanoven těžební předpis na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016. Tyto porosty budou dále rozříděny, na porosty vhodné pro nasazení HT a porosty nevhodné. Z hospodářské knihy budou převzaty potřebné údaje o vybraných porostech, k výpočtu spotřeby času a kalkulační ceny. Spotřeba času pro motomanuální těžbu bude počítána podle výkonových norem pro lesní hospodářství (www.fld.czu.cz, 2016). Spotřeba času pro harvesterovou technologii budou využity elektronické výkonové normy pro harvesterový uzel (www.vnhu.forestoffice.eu, 2016). V potaz nebudou brány žádné přírážky ani srážky. Ceny těžby a soustřeďování dříví (UKT, kůň) bude stanovena dle hmotnosti a přibližovací vzdálenosti, ceny budou převzaty z ceníku lesních prací obce Krhová (www.krhova.cz, 2016). Ceny těžby dříví

harvestorovou technologií jsou převzaty od LDO Příbyslav. Ceny jsou uvedeny bez DPH.

4.7 Doporučení pro provozní praxi

V průběhu zpracování diplomové práce budou zjišťovány informace na základě kterých, budou vytvořena doporučení pro nasazování HT a motomanuální těžby, tato doporučení budou uvedena v kapitole 6. Diskuse.

5. Výsledky

5.1 Charakteristika LHC LDO Přibyslav

Identifikace vlastníka

Lesní hospodářský celek (LHC) Lesní družstvo obcí Přibyslav (LDO) vznikl na základě realizace vlastnických práv jednotlivých obcí dle zákona č. 172/1991Sb. o přechodu některých věcí z majetku České republiky do vlastnictví obcí ve znění pozdějších předpisů. Kód LHC je 515613.

Vlastníkem lesů jsou podílnické obce. Majetek obhospodařuje LDO Přibyslav se sídlem Ronovská 338, 582 22 Přibyslav a to formou pronájmu. Katastrální výměra majetku je 5895,3041 ha, zařízená výměra v LHP je 5895,28 ha. Rozdíl tvoří parcely pod 50 m², které nelze zahrnout do skupin parcel a dále zaokrouhlováním výměr na dvě desetinná místa.

Tab. 19: Přehled ploch LDO Přibyslav

Porostní půda	Bezlesí	Lesní pozemky	Jiné pozemky	Celkem PUPFL	Ostatní pozemky
5613,16 ha	49,94 ha	5663,10 ha	53,66 ha	5716,76 ha	178,52 ha

Organizačně se LHC člení na tři lesní správy a jedenáct lesních úseků, což uvádí následující tab. 20.

Tab. 20: Organizační členění LHC LDO Přibyslav

Lesní správa	Lesnický úsek	Oddělení	Výměra ha
1 – Staré Ransko	11 – Slavětín	107 – 117, 131	652,54
	12 – Ransko	109 – 130	725,89
	13 – Kohoutov	101 – 106, 118	295,05
2 – Račín	21 - Vepřová	201 – 210	377,78
	22 – Hluboká	218 – 232	857,03
	23 – Račín	211 – 217	324,76
	24 – Světnov	233 – 247	595,15
	25 – Sklené	248 – 258	416,53
3 – Nové Veselí	31 – Újezd	301 – 315	540,45
	32 – Jámy	316 – 331	505,31
	33 – Polák	332 – 342	322,67
Celkem			5613, 16

Administrativně správní příslušnost celku

Administrativně přísluší LHC LDO Přibyslav do působnosti Krajského úřadu Kraje Vysočina, odboru lesního a vodního hospodářství a zemědělství, oddělení lesního hospodářství a myslivosti a do správních obvodů obcí s rozšířenou působností Havlíčkův Brod, Žďár nad Sázavou, Chotěboř a Nové Město na Moravě. Na LHC LDO Přibyslav vykonává státní správu lesů Městský úřad Havlíčkův Brod, Žďár nad Sázavou, Chotěboř, Nové Město na Moravě, které jsou správními úřady obcí s rozšířenou působností.

Uvedené údaje vychází z textové části lesního hospodářského plánu pro Lesní družstvo obcí Přibyslav, zpracovaného na období 2009–2018.

5.2 Popis a analýza přírodních podmínek na LHC LDO Přibyslav

Poměry orografické a hydrologické

Dle orografického třídění náleží LHC LDO Přibyslav ke geomorfologickému celku Českomoravská vysočina, zaujímá větší část podcelků Žďárské vrchy, Křižanovská vrchovina a okraj podcelku Železné hory. Nejvyšší polohu má část Žďárského masivu s nejvyšší lokalitou Brožova skála, která má nadmořskou výšku 780 m n. m., v části Ransko je nejvyšší poloha Babylon 673 m n. m. Reliéf je charakterizován mírně zvlněnými tvary s převážně táhlými, víceméně plochými hřbety a poměrně rozsáhlými plošinami s charakteristickým střídavým zamokřením půd.

Z hlediska hydrologického je území důležitou pramennou oblastí. Nachází se na hlavním evropském rozvodí mezi Severním a Černým mořem.

Poměry klimatické

LHC náleží do chladné a mírně teplé oblasti.

Území LHC je členěno na klimatické oblasti:

CH 7 – chladná oblast (většina území LHC)

srážky ve vegetační době 500 až 600 mm

srážky mimo vegetační dobu 350 až 400 mm

průměrná teplota v lednu - 3 až - 4°C

průměrná teplota v červenci 15 až 16°C

vegetační doba 120 až 140 dnů

MT 3 - mírně teplá oblast (výběžek západně od Žďáru nad Sázavou)

srážky ve vegetační době 350 až 450 mm

srážky mimo vegetační dobu 250 až 300 mm

průměrná teplota v lednu - 3 až - 4°C

průměrná teplota v červenci 16 až 17°C

vegetační doba 120 až 140 dnů

MT 5 – mírně teplá oblast (pouze na jihovýchodním okraji LHC)

srážky ve vegetační době 350 až 450 mm

srážky mimo vegetační dobu 250 až 300 mm

průměrná teplota v lednu - 4 až - 5 °C

průměrná teplota v červenci 16 až 17 °C

vegetační doba až 160 dnů

Průměrná roční teplota vzduchu je v rozmezí 6 – 7 °C. Roční průměrný úhrn srážek se pohybuje v rozmezí 650-700 mm. Z hlediska převládajících a nebezpečných větrů převažují větry západní a severozápadní, a to jak ve vegetačním období, tak i v zimním období. Počet dní se sněhovou pokrývkou je výrazně rozdílný od 60 do 120 dní v komplexu Žďárských vrchů. Celkové klima může být označeno jako humidní, nejvyšší polohy až jako prehumidní. Průměrná délka vegetační doby je 140 dní.

Poměry geologické a pedologické

Geologicky náleží LHC ke krystaliniku Českého masivu. Z hlediska geologického vývoje je území značně složité, současný reliéf je podmíněn dlouhým vývojem tohoto území.

Půdní poměry odpovídají zastoupeným lesním typům. Ve vyšších polohách Českomoravské vrchoviny v 6. lesním vegetačním stupni na stanovištích neovlivněných vodou se vyskytuje kryptopodzol. Na přechodu do 5. lesního vegetačního stupně kryptopodzol přechází do kambizemě.

Biogeografické členění

Území LHC LDO Příbyslav se řadí do provincie listnatých lesů, podprovincie hercynské a náleží ke čtyřem bioregionům: havlíčkobrodskému, železnohorskému, velkomeziříčskému a žďárskému, do kterého patří většina území LHC.

5.1.2 Přírodní lesní oblast

Lesy lesního družstva obcí Příbyslav se nacházejí v přírodní lesní oblasti 16 – Českomoravská vrchovina.

5.1.3 Lesní vegetační stupně

Na většině území LHC se nachází 6. lesní vegetační stupeň – smrkovobukový – 79 %. Přibližně na 19 % území se vyskytuje 5. lesní vegetační stupeň – jedlobukový. Na podmáčených stanovištích v mrazových polohách se nachází v malé míře (1% území) 7. lesní vegetační stupeň bukovosmrkový, 1 % zaujímá přirozená borová stanoviště STL 0C. Na území LHC LDO Příbyslav bylo vylišeno pásmo ohrožení imisemi D a C.

5.1.4 Ekologické certifikáty

Na základě plnění požadovaných norem je lesní hospodářský celek LDO Příbyslav je od roku 2012 držitelem certifikátu PEFC.

5.1.5 Cílové hospodářské soubory

Na základě přírodních podmínek a současného stavu lesních porostů bylo pro LHC LDO Příbyslav vyčleněno 17 hospodářských souborů. Z následující tabulky č.21 a č. 22 vyplývá, že 9 hospodářských souborů je vyčleněno pro les zvláštního určení a 8 hospodářských souborů pro les hospodářský.

Tab. 21: Přehled hospodářských souborů

Hospodářský soubor		Plocha	
Označení	Cílové hospodářství	ha	%
131	13 – Hospodářství přirozených borových stanovišť	55,75	0,99
511	51 – Hospodářství exponovaných stanovišť vyšších poloh	9,81	0,17
531	53 – Hospodářství kyselých stanovišť vyšších poloh	1313,79	23,41
551	55 – Hospodářství živných stanovišť vyšších poloh	452,93	8,07
556	55 – Hospodářství živných stanovišť vyšších poloh	131,18	2,34
571	57 – Hospodářství oglejených stanovišť vyšších poloh	2644,95	47,12
577	57 – Hospodářství oglejených stanovišť vyšších poloh	43,74	0,78
591	59 – Hospodářství podmáčených stanovišť středních a vyšších poloh	234,78	4,18
Celkem lesy hospodářské		4886,93	87,06

Tab. 22: Přehled hospodářských souborů

Hospodářský soubor		Plocha	
Označení	Cílové hospodářství	ha	%
1561	57 – Hospodářství oglejených stanovišť vyšších poloh (účelové hospodářství v PHO 1)	0,92	0,02
3287	29 – Hospodářství olšových stanovišť na podmáčených půdách (účelové hospodářství v NPR)	15,06	0,27
3301	31 – Hospodářství vysýchavých a sušších serózních a bazických stanovišť středních poloh (účelové hospodářství v NPR)	30,98	0,55
3521	53 – Hospodářství kyselých stanovišť vyšších poloh (účelové hospodářství v NPR)	13,58	0,24
3541	55 – Hospodářství živných stanovišť vyšších poloh (účelové hospodářství v NPR)	44,95	0,8
3546	55 – Hospodářství živných stanovišť vyšších poloh (účelové hospodářství v NPR)	149,82	2,67
3561	57 – Hospodářství oglejených stanovišť vyšších poloh (účelové hospodářství v NPR)	349,56	6,23
3581	59 – Hospodářství podmáčených stanovišť středních a vyšších poloh (účelové hospodářství v NPR)	78,61	1,4
4561	57 – Hospodářství oglejených stanovišť vyšších poloh (účelové hospodářství v I. zónách v CHKO a v PR)	42,75	0,76
Celkem lesy zvláštního určení		726,23	12,94

Největší zastoupení na LHC LDO Příbryslav zaujímá hospodářský soubor 571 – hospodářství oglejených stanovišť vyšších poloh s rozlohou 2 644,95 ha, tj. 47,1 % porostní půdy.

Hlavní dřevinou je smrk, který představuje 89,9 % zásoby na 83,3 % porostní plochy, borovice 4,1 % porostní plochy (3,4 % zásoby), buk 5,2 % porostní plochy (2,5 % zásoby), olše zaujímá 3,2 % porostní plochy (1,5 % zásoby), modřín 1,3 % porostní plochy (1,2 % zásoby). Průměrné zakmenění lesních porostů je 9,5.

Skladba věkových stupňů je nevyrovnaná. Je zde patrný nadbytek (přibližně 20 %) 6., 7. a 11. věkového stupně, dvojnásobný a vícenásobný nadbytek 8., 13., 14., 15., 16. a 17. věkového stupně a téměř čtyřnásobek 12. věkového stupně. Mladší věkové stupně 1. až 5. jsou o 25 až 30 % pod normální výměrou. Výraznější nedostatek je u 9. a 10. věkového stupně.

Zdravotní stav lesů na LHC LDO Příbyslav je ovlivňován hlavně abiotickými činiteli, které vytvářejí vhodné podmínky pro působení biotických škůdců. Nejvýznamnějším poškozujícím činitelem jsou větry s bořivým účinkem, mokrý sníh a ve vyšších polohách námraza.

Celková zásoba porostů činí 1 940 356 m³ b.k. Průměrná zásoba na 1 ha je 326 m³ b.k. Fenotypová klasifikace A byla navržena u smrku, borovice a modřínu, kategorie B byla navržena u smrku, modřínu, borovice, jedle, jasanu, olše, břízy a buku.

Na území lesního hospodářského celku LDO Příbyslav se vyskytují zvláště chráněná území, viz. tab. 23.

Tab. 23: Zvláště chráněná území na LHC LDO Příbyslav

CHKO Železné hory	Chotěboř	Vysočina
CHKO Žďárské vrchy	Havlíčkův Brod	Vysočina
	Chotěboř	
	Žďár nad Sázavou	
	Nové Město na Moravě	
NPR Dářko	Žďár nad Sázavou	Vysočina
NPR Ransko	Chotěboř	Vysočina
PR Řeka	Chotěboř	Vysočina
PR Ranská jezírka	Havlíčkův Brod	Vysočina
	Chotěboř	
PR Olšina u Skleného	Žďár nad Sázavou	Vysočina
PP Brožova skála	Žďár nad Sázavou	Vysočina
PP Mlýnský potok Uhlíčky	Žďár nad Sázavou	Vysočina
PR Rendlíček a Zuborek	Žďár nad Sázavou	Vysočina
PP Šafrance	Žďár nad Sázavou	Vysočina

Na území LHC LDO Příbyslav se také vyskytují evropsky významné lokality (EVL), viz. tab. 24.

Tab. 24: Přehled evropsky významných lokalit na LHC LDO Příbyslav

Název EVL	Číslo EVL	Předmět ochrany
Staviště	CZ0613333	vranka obecná (<i>Cottus gobio</i>)
Ransko	CZ0610412	bučiny a lužní jasanové olšiny
Štíří důl – Řeka	CZ0614059	slatinné louky, rašeliniště, třasoviště
Dářská rašeliniště	CZ0614053	rašelinný les, JS—OL lužní lesy
Vatín	CZ0613338	kuňka obecná (<i>Bombina bombina</i>)
Hodišovský rybník	CZ0612135	rybník a litorální společenstva puchýřka útulná (<i>Coleanthus subtilis</i>)
Dolní rybník u Újezda	CZ0612134	rybník a litorální společenstva puchýřka útulná (<i>Coleanthus subtilis</i>)
Fickův rybník	CZ0613319	rybník a litorální společenstva čolek velký (<i>Triturus cristatus</i>)

Na LHC LDO Příbyslav na území správy Nové Veselí se rozprostírá Přírodní park Bohdalovsko.

Na území totožném s CHKO Žďárské vrchy se nachází chráněná oblast přirozené akumulace vod (CHOPAV) Žďárské vrchy. Spadá sem celá lesní správa Staré Ransko a severní část správy Nové Veselí. Toto území je důležitou pramennou oblastí se značným hospodářským významem.

5.1.6 Přehled vyhlášených kategorií lesů

V následující tab. 25 je uveden přehled vyhlášených kategorií lesů na lesním hospodářském celku LDO Příbyslav. Les hospodářský zaujímá 4 977,90 ha půdy určené k plnění funkce lesa (PUPFL). Kategorie lesa zvláštního určení má rozlohu 738,86 ha půdy určené k plnění funkce lesa. Celý lesní hospodářský celek má 5 716,76 ha PUPFL.

Tab. 25: Přehled ploch vyhlášených kategorií a subkategorií lesů na majetku LDO Příbryslav

		Porostní půda	Bezlesí	Jiné pozemky	Celkem PUPFL
Kategorie	Subkategorie	ha			
Les hospodářský		4886,93	45,56	45,41	4977,9
Les zvláštního určení	§ 8, odst.1, písm. a)	0,92	0,03	0,05	1
	§ 8, odst.1, písm. c)	682,56	3,34	5,23	691,13
	§ 8, odst.2, písm. a)	42,75	1,01	2,97	46,73
Celkem lesy zvláštního určení		726,23	4,38	8,25	738,86
Celkem za LHC		5613,16	49,94	53,66	5716,76

Tab. 26: Zásoba a plošné zastoupení dřevin

Dřevina	Zásoba		Plocha	
	m ³ b.k.	%	ha	%
Smrk	1 744 171	89,89	4 650,05	83,32
Jedle	8320	0,43	42,91	0,77
Borovice	65 343	3,37	227,78	4,08
Modřín	22 910	1,18	71,9	1,29
Douglaska	1 022	0,05	5,43	0,1
Jedle obr.	344	0,02	1,79	0,03
Celkem jehl.	1 842 110	94,94	4 999,86	89,59
Dub	69	0	0,83	0,01
Buk	48 709	2,51	290,8	5,21
Habr	3	0	0,03	0
Javor	3 737	0,19	31,84	0,57
Jasan	10 201	0,53	45,01	0,81
Jilm	14	0	0,05	0
Bříza	5 767	0,3	30,17	0,54
Olše	29 191	1,5	179,07	3,21
Lípa	288	0,01	1,55	0,03
Top. nešl.	266	0,01	1,39	0,02
Vrba	1	0	0,07	0
Ostatní list.			0,43	0,01
Celkem list.	98 246	5,05	581,24	10,41
Celkem jehl. a list.	1 940 356		5 581,10	
Celkem LHC (ha)			5 581,10	

Celková zásoba jehličnatých dřevin na lesním hospodářském celku LDO Příbyslav je 1 842 110 m³ b.k., přičemž nejvyšší podíl na zásobě tvoří smrk tj. 1 744 171 m³ b.k. Z tab. 26 je patrné, že jehličnaté dřeviny zaujímají 89,59 % plochy lesního hospodářského celku. Listnaté dřeviny tvoří zásobu 98 246 m³ b.k. Nejvyšší zásobu z listnatých dřevin tvoří buk 48 709 m³ b.k., poté následuje olše a jasan. Plošné zastoupení listnatých dřevin je 10,41 % plochy lesního hospodářského celku. Celková zásoba jehličnatých a listnatých dřevin na LHC LDO Příbyslav je 1 940 356 m³ b.k.

Uvedené údaje vychází z textové části lesního hospodářského plánu pro Lesní družstvo obcí Příbyslav, zpracovaného na období 2009-2018.

5.1.7 Současné těžební technologie využívané na LHC LDO Příbyslav

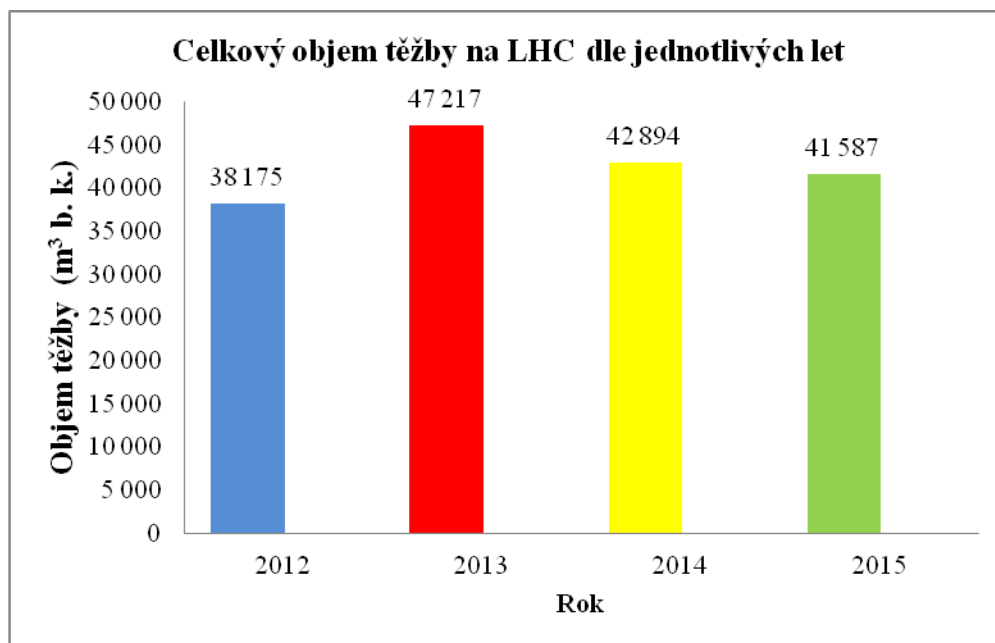
V současné době se na majetku LDO Příbyslav v těžebním procesu využívá klasická technologie s využitím pouze RMŘP v kombinaci s různými navazujícími technologiemi pro soustředování dříví. Tzv. harvesterový uzel, tedy klasická kombinace harvestoru s vyvážecím traktorem se v současné době na majetku LDO Příbyslav využívá spíše ojediněle, ať už v obnovních či výchovných těžbách.

Tab. 27: Současně využívané těžební technologie na majetku LDO Příbyslav

Těžba a soustředování dříví na OM	RMŘP + UKT (SLKT)
	RMŘP + VYVÁŽECÍ SOUPRAVA
	RMŘP + KŮŇ + UKT (SLKT)
	RMŘP + KŮŇ + VYVÁŽECÍ SOUPRAVA

Tab. 28: Celkový objem těžeb na LHC LDO Příbyslav od roku 2012 do 2015

Rok	Objem těžby (m³ b. k.)
2012	38 175
2013	47 217
2014	42 894
2015	41 587



Obr. 12: Celkový objem ročních těžeb dle jednotlivých let

Dle tab. 28, kde je uveden celkový objem těžeb na LHC LDO Příbyslav od roku 2012 do roku 2015 je patrné, že nejnižší objem těžeb byl v roce 2012, tj. 38 175 m³ b. k. Naopak nejvyšší objem těžby byl v roce 2013, tj. 47 217 m³ b. k. V roce 2015 činil objem těžby 41 587 m³ b. k.

Maximální celková výše těžeb a minimální plošný rozsah výchovných zásahů pro LHC LDO Příbyslav v období platnosti LHP od 1. 1. 2009 do 31. 12. 2018 je uveden v následující tabulce 29. Celkový plánovaný etát pro dané období činí 521 000 m³ b. k.

Tab. 29: Maximální celková výše těžeb a min. rozsah výchovy do 40 let

LHC LDO Příbyslav	Maximální celková výše těžeb (m ³ b. k.)			Minimální plošný rozsah výchovy do 40 let (ha)		
	mýtní	předmýtní	celkem	prořezávka	probírka	celkem
	408 999	112 001	521 000	659,07	1 335,99	1 995,06

5.2 Sumarizace porostů dle stanovených kritérií

5.2.1 Všeobecné charakteristiky třídění porostů

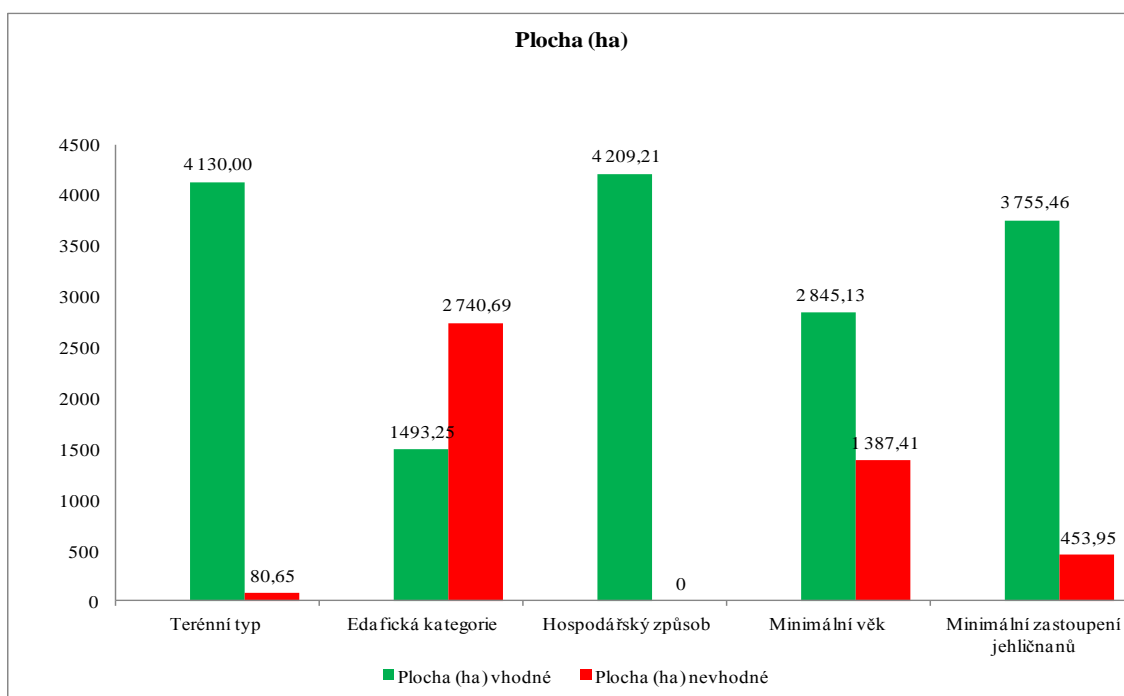
Harvestorové technologie byly selektovány dle následujících kritérií terénní typ, edafická kategorie, minimální zastoupení jehličnanů, hospodářský způsob, minimální věk. Selektce porostů pro nasazení motomanuální technologie byl provedena na základě kritérií terénní typ, edafická kategorie, hospodářský způsob, minimální věk. U každé posuzované kategorie byla zjišťována plocha vhodných a nevhodných porostů, což uvádí následující tabulka 30 a 31. Ukázka zpracování porostů je uvedena v příloze, v tab.46.

Tab. 30: Sumarizace porostů dle stanovených kritérií harvestorové technologie

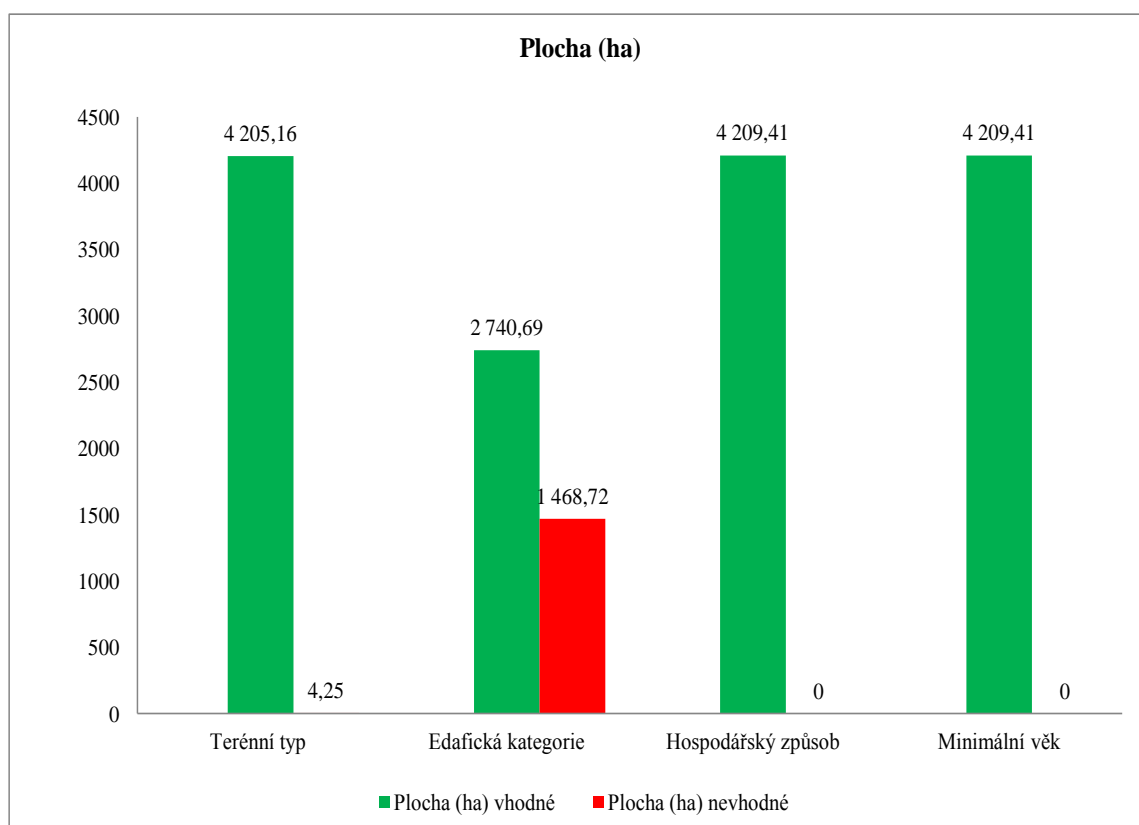
Harvestorové technologie		
Posuzované kategorie	Plocha (ha)	
	vhodné	nevhodné
Terénní typ	4 130	80,65
Edafická kategorie	1493,25	2 740,69
Hospodářský způsob	4 209,21	0
Minimální věk	2 845,13	1 387,41
Minimální zastoupení jehličnanů	3 755,46	453,95

Tab. 31: Sumarizace porostů dle stanovených kritérií motomanuální technologie

Motomanuální technologie		
Posuzované kategorie	Plocha (ha)	
	vhodné	nevhodné
Terénní typ	4 205,16	4,25
Edafická kategorie	2 740,69	1 468,72
Hospodářský způsob	4 209,41	0
Minimální věk	4 209,41	0



**Obr. 13: Plochy porostů dle vhodnosti na základě stanovených kritérií
harvestorové technologie**



**Obr. 14: Plochy porostů dle vhodnosti na základě stanovených kritérií
motomanuální technologie**

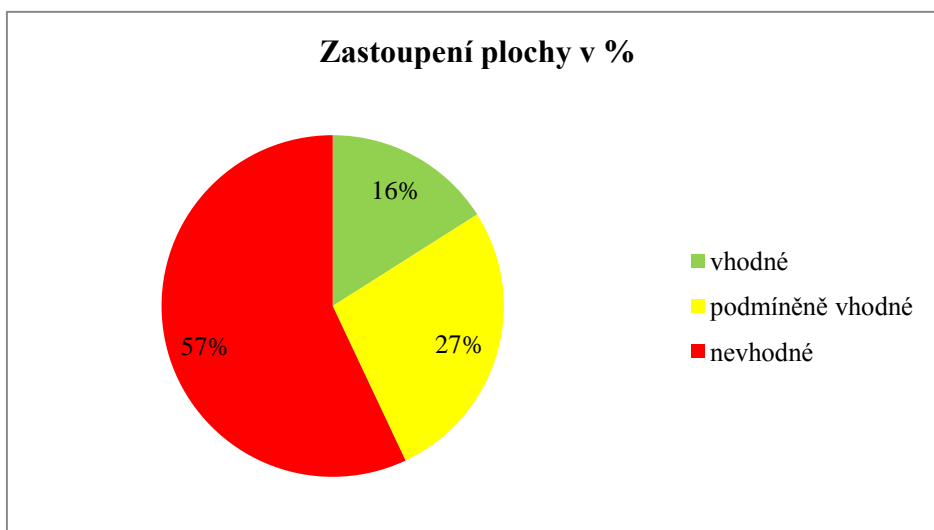
Z obrázku 13, který je zaměřen na plochy porostů dle vhodnosti na základě stanovených kritérií harvesterové technologie je patrné, že největší vliv, z hlediska plošného zastoupení porostů při posuzování jednotlivých kritérií mělo kritérium edafická kategorie, u kterého byla zjištěna hodnota nevhodných porostů 2 740,69 ha. Druhým kritériem s největší plochou nevhodných porostů tj. 1 387,41 ha je minimální věk. Naopak nejmenší vliv, mělo kritérium hospodářský způsob, kde zjištěná vhodná plocha zaujímá 4 209,21ha.

Obrázek 14 zachycuje plochy porostů z hlediska vhodnosti na základě stanovených kritérií motomanuální technologie. Z obrázku je patrné, že plochy nevhodných porostů byly zjištěny pouze u kritéria terénní typ tj. plocha 4,25 ha a edafická kategorie, kde plochy nevhodných porostů zaujímají 1 468,72 ha.

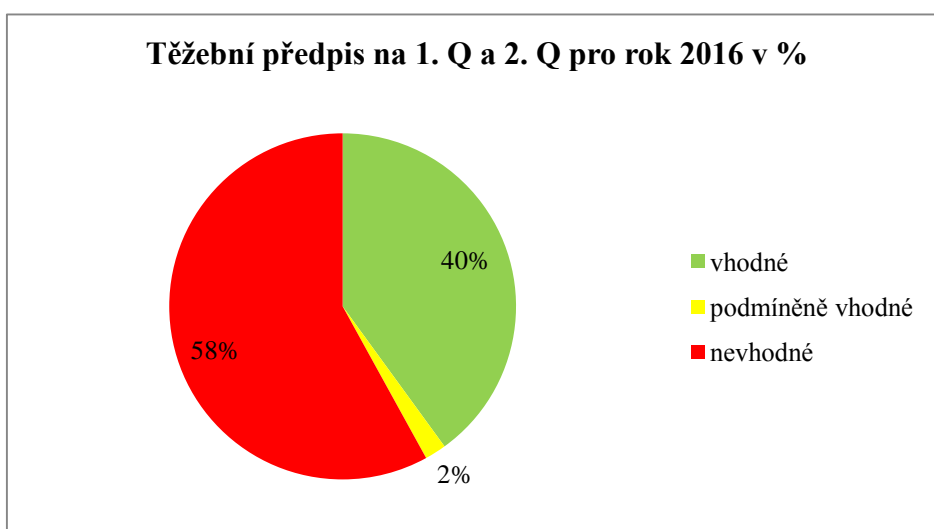
Tab. 32: Těžební předpis a plocha porostů dle vhodnosti nasazení HT

Harvesterové technologie				
Porosty	Plocha (ha)	Zastoupení plochy v %	Těžební předpis na 1. čtvrtletí a 2. čtvrtletí pro rok 2016 (m³ b. k.)	Těžební předpis na 1. čtvrtletí a 2. čtvrtletí pro rok 2016 v %
vhodné	787,78	16	3 674	40
podmíněně vhodné	1 292,85	27	215	2
nevhodné	2 744,41	57	5 212	58
Celkem	4 821,32	100	9 101	100

Bylo zjištěno, že z hlediska harvesterové technologie převažují porosty nevhodné, jak je patrné z tabulky 32. Nevhodné porosty pro nasazení HT zaujímají plochu 2 744,41 ha, což představuje 57 % celkové plochy, jak je zachyceno v obrázku 3. U vhodných porostů pro nasazení HT byla zjištěna plocha 787,78 ha (viz. tab. 14). Z obrázku 3 je patrné, že vhodné porosty jsou zastoupeny na ploše 16 %. Plocha o rozloze 1 292,85 ha je zastoupena porosty, které jsou podmíněně vhodné pro nasazení HT a z celkové plochy zaujímají 27 %. Ve vhodných porostech pro nasazení HT byl zjištěn těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí ve výši 3 674 m³. V porostech, které jsou podmíněně vhodné pro nasazení HT tvoří těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí 215 m³. Nejvyšší těžební předpis 5 212 m³ byl zjištěn v porostech, které jsou nevhodné pro nasazení HT.



Obr. 15: Zastoupení jednotlivých kategorií harvesterové technologie dle plochy porostů



Obr. 16: Těžební předpis jednotlivých kategorií harvesterové technologie

Procentuální podíl těžebního předpisu na 1. a 2. čtvrtletí jednotlivých kategorií HT je zachycen v obrázku 16, z kterého vyplývá, že nevhodné porosty pro nasazení HT představují nejvyšší podíl těžebního předpisu na 1. a 2. čtvrtletí, tedy 58 %. 40 % těžebního předpisu na 1. a 2. čtvrtletí připadá na porosty, které jsou vhodné pro nasazení HT. Pouhé 2 % těžebního předpisu na 1. a 2. čtvrtletí jsou zastoupena kategorií, která je podmíněně vhodná pro nasazení HT.

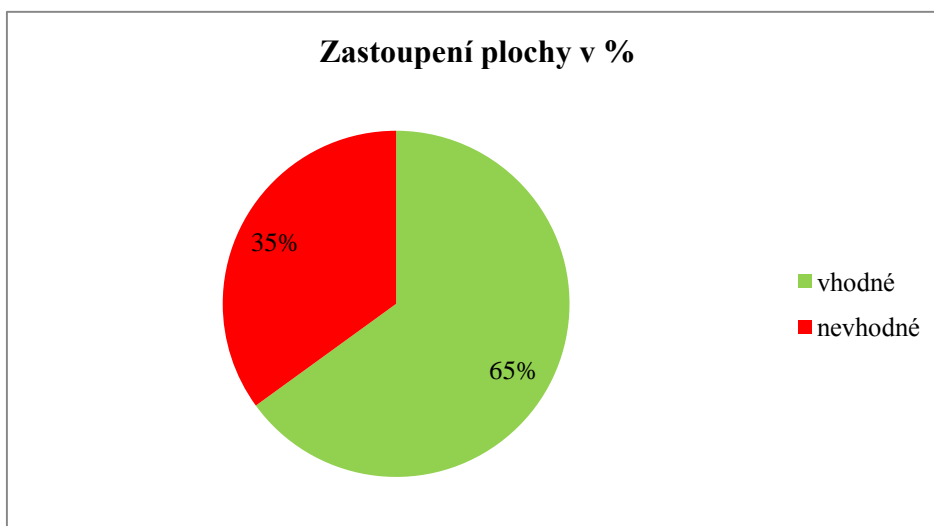
Tab. 33: Těžební předpis a plocha porostů dle vhodnosti nasazení motomanuální technologie

Motomanuální technologie				
Porosty	Plocha (ha)	Zastoupení plochy v %	Těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí pro rok 2016 (m³ b.k.)	Těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí pro rok 2016 v %
vhodné	2 740,16	65	5 212	57
nevhodné	1 493,78	35	3 889	43
Celkem	4 233,94	100	9 101	100

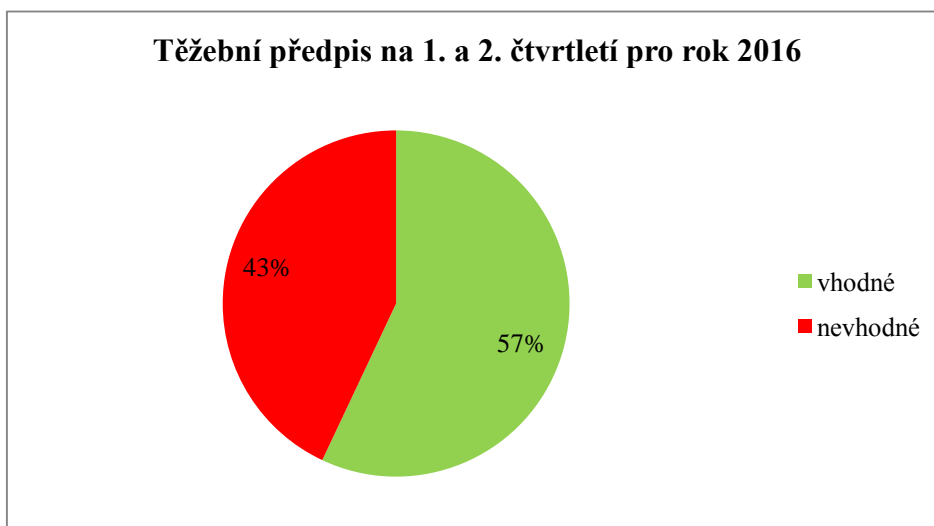
Tabulka 33 uvádí, že z hlediska plochy převažují porosty vhodné pro nasazení motomanuální technologie. Vhodné porosty zaujímají plochu 2 740,16 ha, nevhodné porosty pro nasazení motomanuální technologie pak 1 493,78 ha. Z hlediska těžebního předpisu na 1. a 2. čtvrtletí pro rok 2016 je ve vhodných porostech pro nasazení motomanuální technologie plánována těžba ve výši 5 212 m³, což představuje 57 % z celkového objemu těžeb. V nevhodných porostech pro nasazení motomanuální technologie, představuje těžební předpis 43 % těžeb z celkového objemu těžeb, tedy 3 889 m³.

Obrázek 17 informuje o procentuálním zastoupení jednotlivých kategorií motomanuální těžby dle plochy, 65 % zastupují porosty, které jsou vhodné pro nasazení motomanuální technologie. Porosty nevhodné pro nasazení motomanuální technologie představují 35 %.

Z obrázku 18 je patrné, že v porostech vhodných pro nasazení motomanuální technologie je těžební předpis vyšší o 14 %, než v porostech nevhodných pro nasazení motomanuální technologie.



Obr. 17: Zastoupení jednotlivých kategorií motomanuální technologie dle plochy porostů

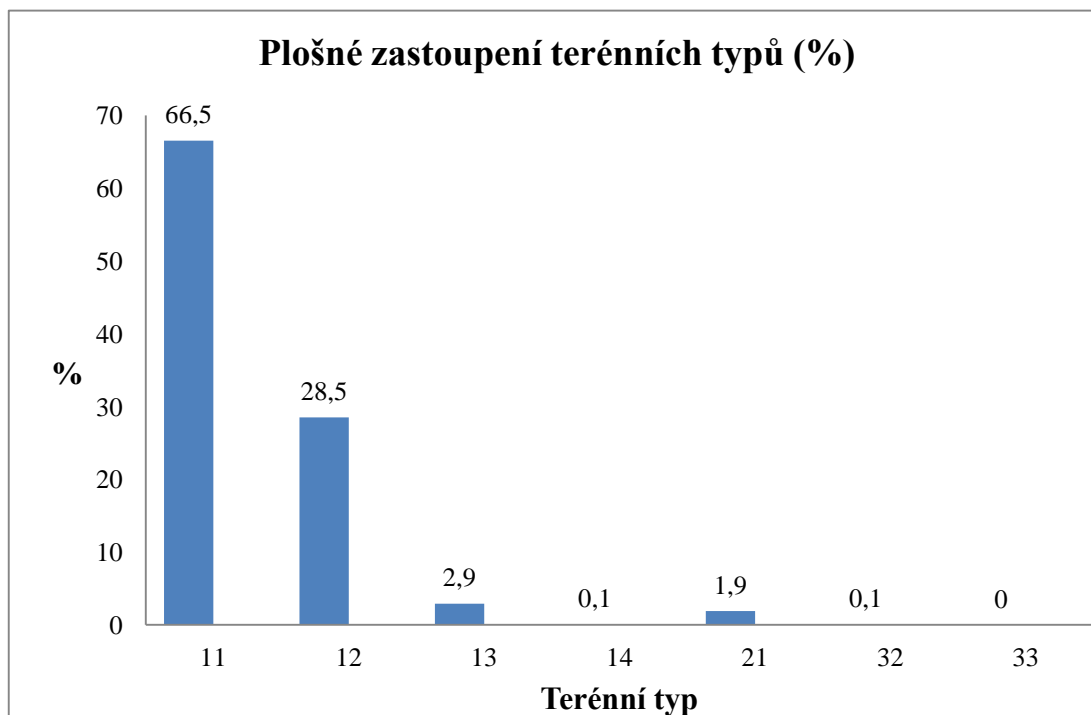


Obr. 18: Těžební předpis jednotlivých kategorií motomanuální technologie

Tab. 34: Sumy porostů dle terénních typů

Sumy porostů dle terénních typů			
Terénní typ	Zásoba porostů (m³)	Plocha porostů (ha)	Plocha porostů (%)
11	1 343 141	2 809,61	66,5
12	521 000	1 206,93	28,5
13	39 770	121,37	2,9
14	2 129	4,31	0,1
21	30 665	80,12	1,9
32	1 805	3,72	0,1
33	26	0	0
Celkem	1 938 536	4 226,06	100

Tabulka 34 uvádí výčet terénních typů, které se nachází na LHC LDO Příbyslav. Je patrné, že z hlediska plošného zastoupení v zájmovém území převládá terénní typ 11, který zaujímá plochu 2 809,61 ha, tedy 66,5 %. Zásoba porostů, které se nachází na terénním typu 11, činí 1 343 141 m³. Nejmenší zastoupení má terénní typ 33, u kterého není evidována plocha, pouze zásoba porostu tj. 26 m³. Plošné zastoupení terénních typů je znázorněno v obrázku 19.

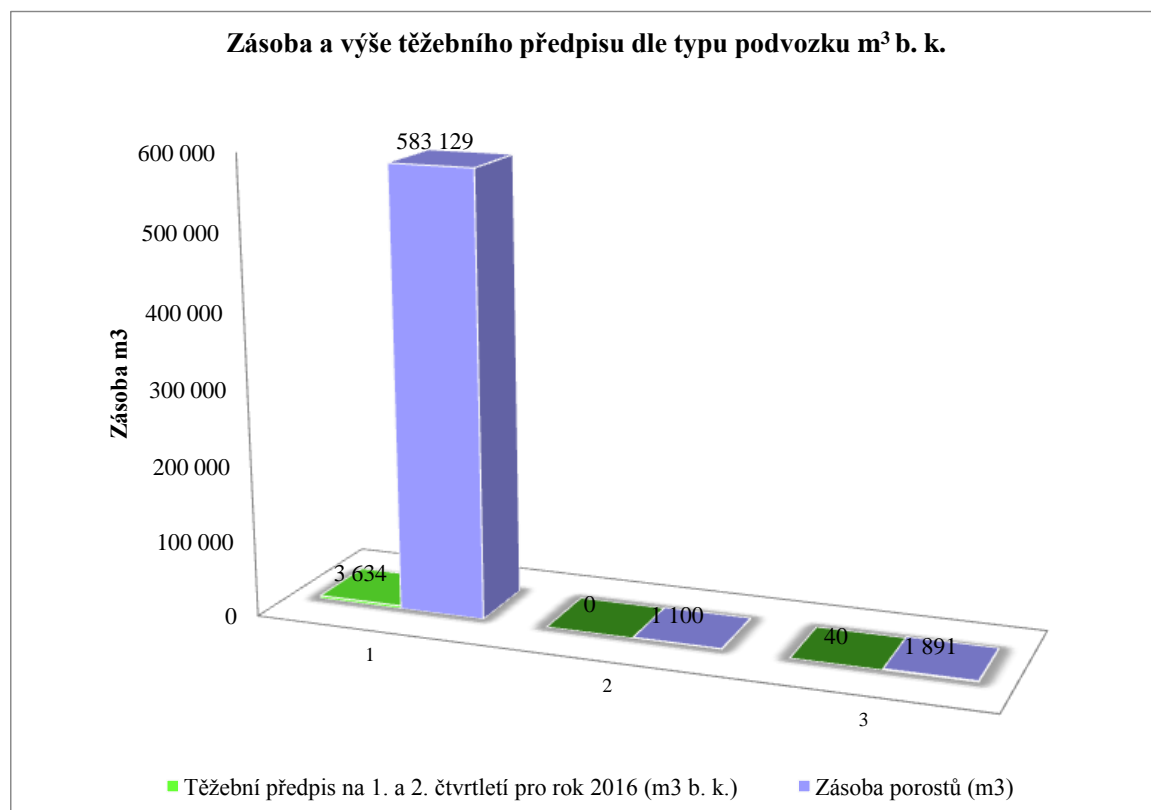


Obr. 19: Plošné zastoupení terénních typů

5.2.2 Výsledky dle přiřazených podvozků a dle úřezu harvesterové hlavice

Tab. 35: Charakteristika vhodných porostů rozčleněných dle typu podvozku

Charakteristika vhodných porostů dle podvozků					
kód	Zásoba porostů (m ³)	Těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí pro rok 2016 (m ³ b. k.)	Těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí pro rok 2016 (%)	Plocha porostů (ha)	Plocha porostů (%)
1	583 129	3 634	98,91	784,8	99,62
2	1 100	0	0	1,34	0,17
3	1 891	40	1,09	1,64	0,21
Celkem	586 120	3 674	100	787,78	100



Obr. 20: Zásoba a výše těžebního předpisu v porostech dle typu podvozku

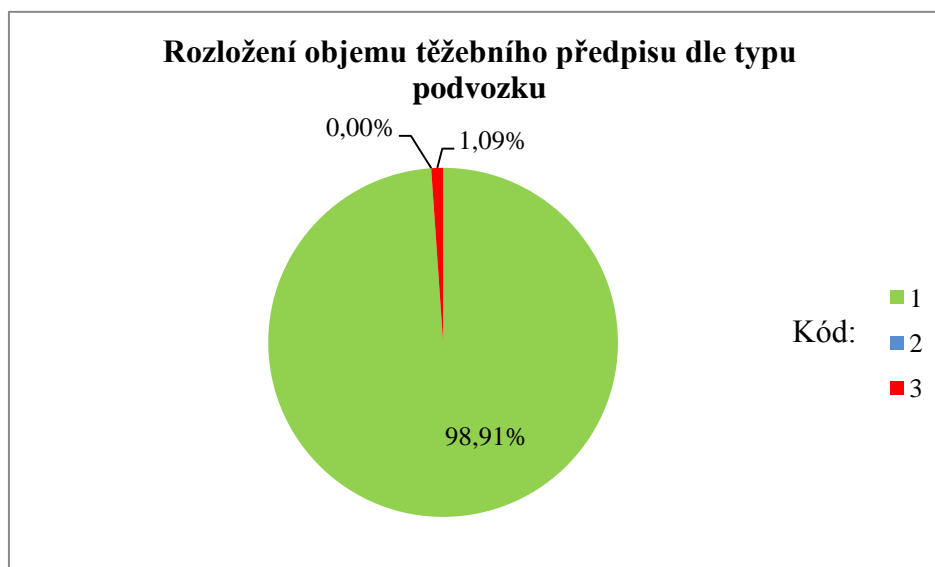
Obrázek 20 znázorňuje podíl uplatnění jednotlivých typů podvozků dle zásob daných porostů a plánovaného těžebního předpisu. Kód 1, který označuje kolové podvozky, představují nejvyšší zásobu porostů tj. 583 129 m³, těžební předpis na první a druhé

čtvrtletí pro rok 2016 zde tvoří 3 634 m³ b. k. V kategorii kolopásky nebo pásové podvozky, kterým je přiřazen číselný kód 2, činí zásoba porostů 1 100 m³, těžební předpis zde není stanoven. Číselný kód 3, který představuje podmíněně vhodné terénní typy kde je nezbytné použití kolových, kolopásových nebo pásových podvozků s doplňkem trakčních navijáků byla zjištěna zásoba porostů 1 891 m³ a těžební předpis na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016 40 m³ b. k.



Obr. 21: Rozložení plochy porostů dle typu podvozku (%)

Z obrázku 21, kde je znázorněno rozložení plochy porostů dle typu podvozku, je patrné, že největší podíl plochy tj. 99,62 % vhodných porostů pro nasazení harvesterové technologie patří kolovým podvozkům (kód 1). Na 0,17 % plochy je třeba použít kolopásové (kód 2) nebo pásové podvozky. Na ploše 0,21 % je nutné využití kolových, kolopásových nebo pásových podvozků s doplňkem trakčních navijáků, popř. kráčející podvozky (kód 3).

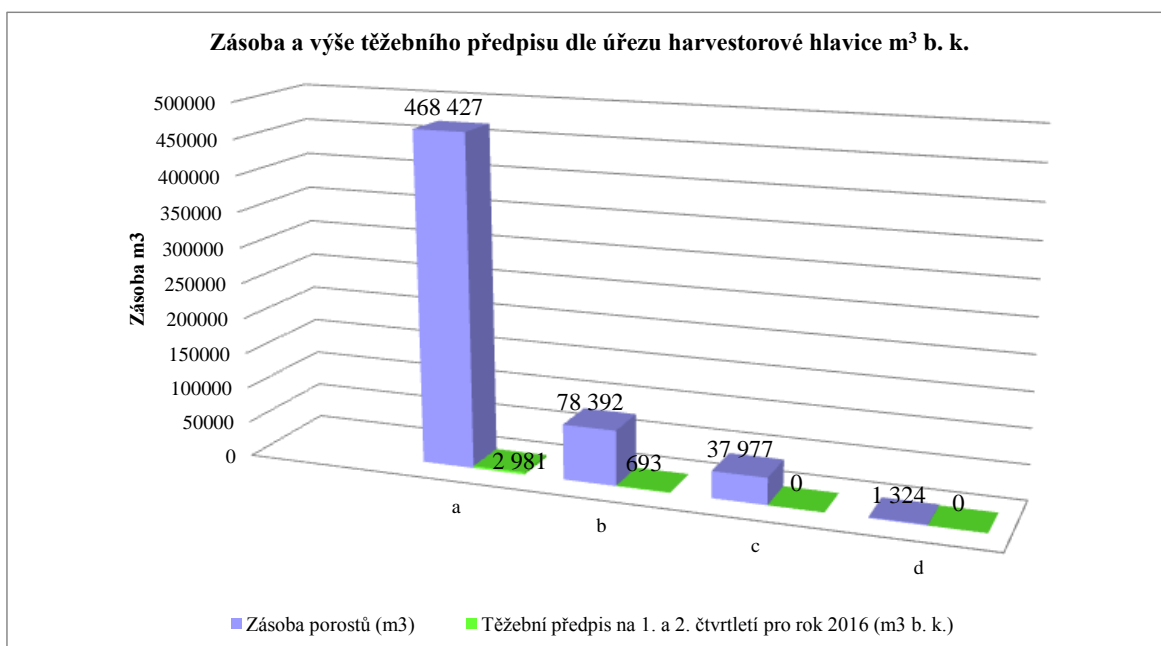


Obr. 22: Rozložení objemu těžebního předpisu dle typu podvozku

Z hlediska rozložení objemu těžebního předpisu (viz. obr. 22) připadá největší podíl objemu těžby 98,91 % v prvním a druhém čtvrtletí do kategorie kolových podvozků. V kategorii kolopásové nebo pásové podvozky není těžební předpis na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016 stanoven. 1,09 % těžebního předpisu na první a druhé čtvrtletí připadá kategorii, kde je nutné využití kolových, kolopásových nebo pásových podvozků s doplňkem trakčních navijáků, popř. krácející podvozky.

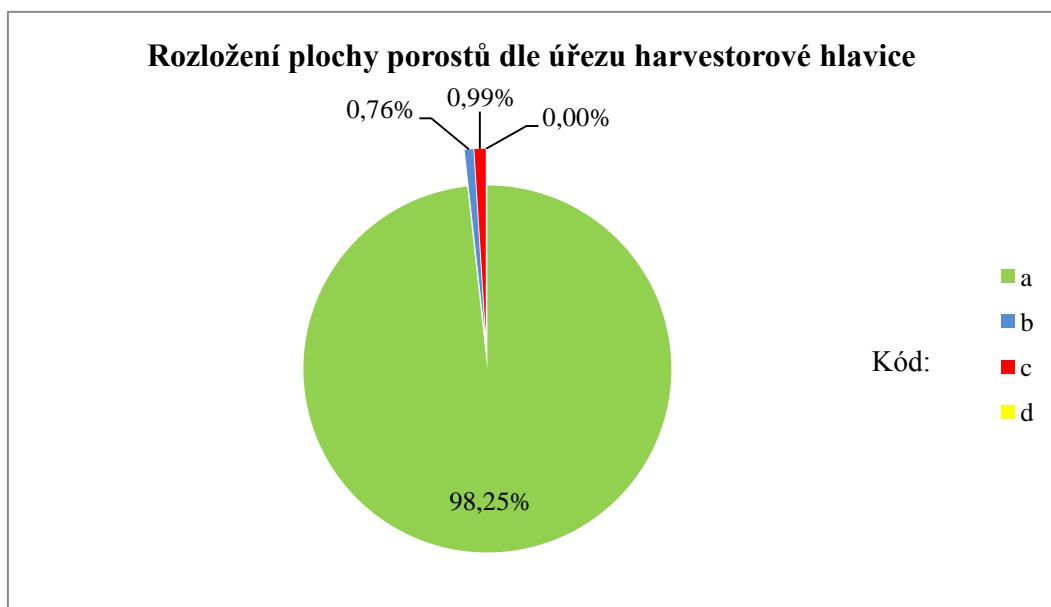
Tab. 36: Charakteristika vhodných porostů z hlediska úřezu harvestorové hlavice

Charakteristika vhodných porostů dle úřezu harvestorové hlavice					
kód	Zásoba porostů (m ³)	Těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí pro rok 2016 (m ³ b. k.)	Těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí pro rok 2016 (%)	Plocha porostů (ha)	Plocha porostů (%)
a	468 427	2 981	81,14	774,03	98,25
b	78 392	693	18,86	5,95	0,76
c	37 977	0	0	7,8	0,99
d	1 324	0	0	0	0
Celkem	586 120	3 674	100	787,78	100



Obr. 23: Zásoba a výše těžebního předpisu dle úřezu harvestorové hlavice

Obrázek 23 uvádí zásobu a výši těžebního předpisu dle jednotlivých kategorií úřezu harvestorové hlavice. V kategorii „a“, která představuje porosty s maximální tloušťkou v místě předpokládaného pařezu do 50 cm, tvoří zásoba porostů 468 427 m³ a těžební předpis je zde stanoven na 2 981 m³ b. k. Kategorie „b“ zastupující porosty s maximální tloušťkou v místě předpokládaného pařezu do 60 cm, představuje zásoba porostů 78 392 m³, těžební předpis na první a druhé čtvrtletí je tvořen 693 m³ b. k. Porosty s maximální tloušťkou v místě předpokládaného pařezu do 75 cm jsou zastoupeny kategorií „c“, kde byla zjištěna zásoba porostů 37 977 m³, těžební předpis na první a druhé čtvrtletí zde není stanoven. Porosty s maximální tloušťkou v místě předpokládaného pařezu nad 75 cm, které jsou označeny kategorií „d“ představuje zásoba porostů 1 324 m³, v této kategorii není těžební předpis na první a druhé čtvrtletí stanoven.



Obr. 24: Rozložení plochy porostů dle úřezu harvestorové hlavice

Obrázek 24 znázorňuje rozložení plochy porostů dle úřezu harvestorové hlavice. Z celkové plochy vhodných porostů je nejvíce zastoupena kategorie „a“ s úřezem do 50 cm v místě pařezu, která zaujímá 98,25 % plochy. Kategorie „b“ s úřezem do 60 cm v místě pařezu zaujímá 0,76 % plochy. Kategorie „c“ s úřezem do 75 cm v místě pařezu zaujímá 0,99 % plochy. Kategorie „d“ s úřezem nad 75 cm v místě pařezu není zastoupena.



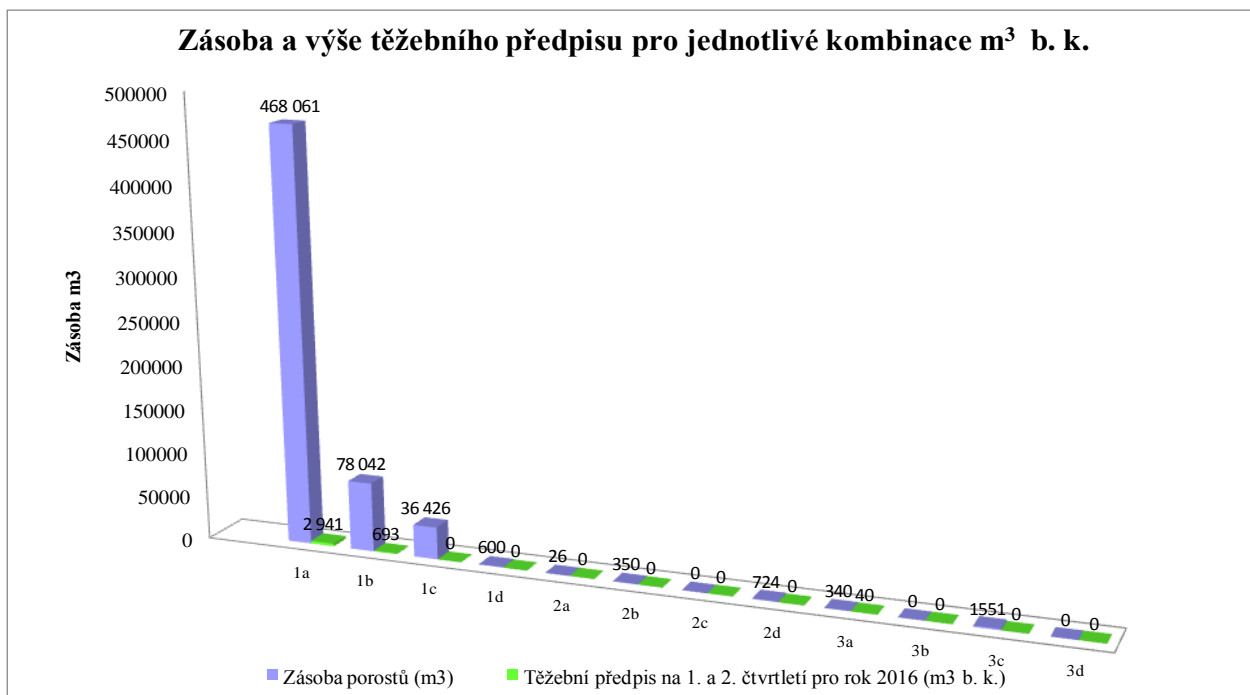
Obr. 25: Rozložení objemu těžebního předpisu dle úřezu harvestorové hlavice

Bylo zjištěno, že těžební předpis na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016 je stanoven pouze pro dvě kategorie. Pro kategorii „a“ s úřezem do 50 cm v místě pařezu, kde těžební předpis představuje 81 %. Pro kategorii „b“ s úřezem do 60 cm v místě pařezu, kde je těžební předpis tvořen 19 %.

5.2.3 Výsledná kombinace vhodných podvozků a úřezu harvesterových hlavice

Tab. 37: Sumarizace vhodných porostů dle typu podvozku a úřezu harvesterové hlavice

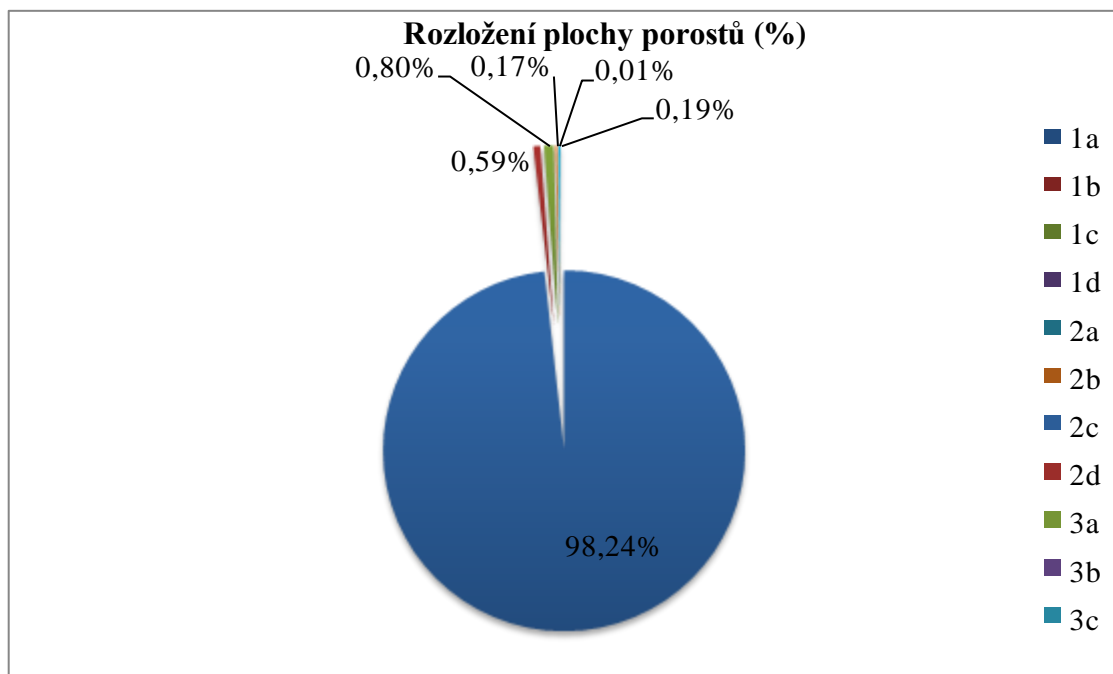
Charakteristika porostů dle kombinace podvozku a schopnosti úřezu harvesterové hlavice					
kód	Zásoba porostů (m³)	Těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí pro rok 2016 (m³ b. k.)	Těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí pro rok 2016 (%)	Plocha porostů (ha)	Plocha porostů (%)
1a	468 061	2 941	80,05	773,9	98,24
1b	78 042	693	18,86	4,61	0,59
1c	36 426	0	0	6,29	0,8
1d	600	0	0	0	0
2a	26	0	0	0	0
2b	350	0	0	1,34	0,17
2c	0	0	0	0	0
2d	724	0	0	0	0
3a	340	40	1,09	0,13	0,01
3b	0	0	0	0	0
3c	1551	0	0	1,51	0,19
3d	0	0	0	0	0
Celkem	586 120	3 674	100	787,78	100



Obr. 26: Zásoba a výše těžebního předpisu pro jednotlivé kombinace

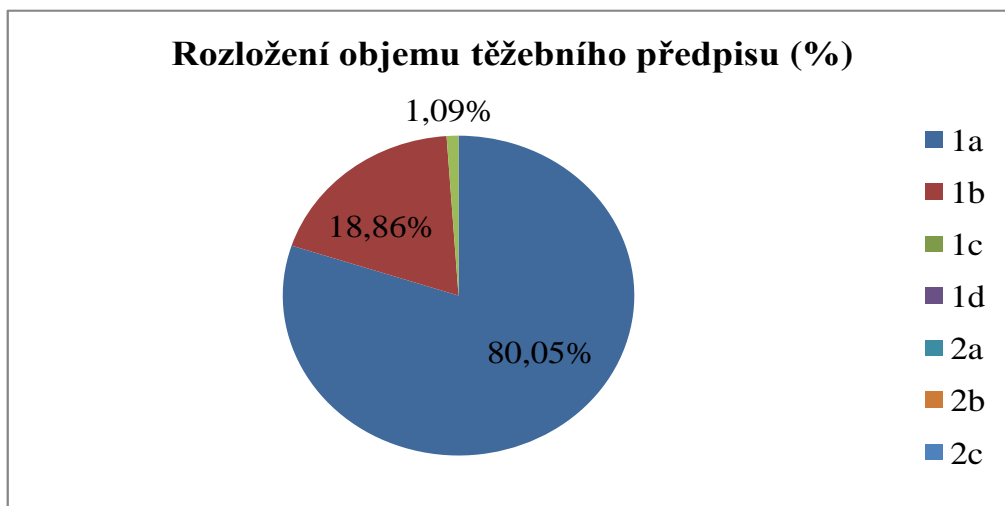
Tabulka 37 a obrázek 26 znázorňuje zásobu vhodných porostů a předepsaný těžební předpis na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016 pro jednotlivé kategorie výsledků, podle přiřazeného vhodného podvozku a harvestorové hlavice s dostatečným úřezem v předpokládaném místě pařezu. Kategorii kolové podvozky, která je označena kódem 1a až 1d, byla zjištěna nejvyšší zásoba porostů, z toho nejvyšší zásoba připadá na kategorii 1a (kolové podvozky a harvestorové hlavice s úřezem do 50 cm) tj. 468 061 m³, u kategorie 1b (kolové podvozky a harvestorové hlavice s úřezem do 60 cm) byla zjištěna zásoba porostů 78 042 m³, v kategorii 1c (kolové podvozky a harvestorové hlavice s úřezem do 75 cm) činí zásoba porostů 36 426 m³, kategorie 1d (kolové podvozky a harvestorové hlavice s úřezem nad 75 cm) byla zjištěna zásoba porostů 600 m³. Kategorie 2a až 2d podmíněny použitím kolopásových nebo pásových podvozků. V kategorii 2a (kolopásově nebo pásově podvozky s harvestorovou hlavicí s úřezem do 50 cm) byla zjištěna zásoba porostů pouhých 26 m³. V kategorii 2b (kolopásově nebo pásově podvozky s harvestorovou hlavicí s úřezem do 60 cm) činí zásoba porostů 350 m³. Pro kategorii 2c (kolopásově nebo pásově podvozky s harvestorovou hlavicí do 70 cm), 3b a 3d, ve kterých je nutné využití kolových, kolopásových nebo pásových podvozků s doplňkem trakčních navijáků, popř. krácející podvozky, nebyly žádné porosty z vhodných porostů pro nasazení HT k těmto kategoriím přiřazeny. Kategorie 2d (kolopásově nebo pásově podvozky s harvestorovou hlavicí s úřezem nad 75 cm) byla zjištěna zásoba porostů 724 m³. Zásoba porostů 340 m³ byla stanovena pro kategorie 3a (kolové, kolopásově nebo pásově podvozky s doplňkem trakčních

navijáků, popř. kráčející podvozky s harvestorovou hlavicí s úřezem do 50 cm). Kategorii 3c náleží zásoba porostů 1551 m³, tato kategorie je podmíněna využitím kolových, kolopásových nebo pásových podvozků s doplňkem trakčních navijáků, popř. kráčejících podvozků s harvestorovou hlavicí s úřezem do 75 cm.



Obr. 27: Rozložení ploch vhodných porostů pro kombinace podvozků a hlavic harvestorů

Obrázek 27 uvádí informace o jednotlivých kategoriích výsledků dle kombinace vhodného typu podvozku a harvestorové hlavice dle úřezu. Jak je patrné největší podíl plochy vhodných porostů pro nasazení HT zaujímá kategorie 1a, a to 98,24 %. Podstatně méně, ale jako druhou nejvíce plošně zastoupenou kategorií je kategorie 1c s plochou 0,80 %. Kategorie 1b zaujímá 0,59 % plochy vhodných porostů. 2b, 3a, 3b kategorie, které jsou zastoupeny do 0,20 %. Kategoriemi, u kterých není evidována plocha v elektronické databázi hospodářské knihy, jsou 1d, 2a, 2c, 2d, 3b, 3d.



Obr. 28: Rozložení objemu těžebního předpisu dle výsledných kombinací

V obrázku 28 je znázorněn podíl jednotlivých kategorií výsledků na základě vhodného typu podvozku a vhodně zvoleném úřezu harvesterové hlavice na těžebním předpisu na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016. Nejvyšší podíl těžebního předpisu připadá na kategorii 1a, zde byl stanoven těžební předpis na 2 941 m³, tj. 80,05 %. Druhou kategorií, kde byl pro dané období těžební předpis stanoven je kategorie 1b, a to 693 m³, tj. 18,86 %. Pro kategorií 3a byl zjištěn těžební předpis 40 m³, tj. 1,09 %. U ostatních kategorií na období první a druhé čtvrtletí pro rok 2016 nebyl těžební předpis stanoven, proto tyto kategorie nejsou znázorněny v obrázku 28.

5.3 Venkovní šetření reálného využití HT v terénu

V terénu bylo vyhodnoceno na základě provedené selekce dle stanovených kritérií celkem 10 porostů. Níže jsou porosty stručně charakterizovány a navrhnutá opatření, které je možno vyvodit z daného šetření.

Tab. 38: Porost 109 A 8

Porost	109 A 8	Plocha (ha)	3,60	Zakmenění	9	Věk	80
Dřevina zastoup (%)	SM 96						
Zásoba porostu (m³ b. k.)	1 751	HZ	1				
Plánovaná těžba	Plánovaná výchovná těžba						
Terénní typ	12	SLT	6I	Obj. stř. km. (m³ b. k.)	1,027	Terénní skupina	A

Dle stanovených kritérií je tento porost považován za **vhodný pro nasazení harvesterové technologie**. Splňuje všechna požadovaná kritéria. Porost 109 A 8 je smrkovou monokulturou, kde dochází k přirozenému zmlazování smrku, je zde používán holosečný způsob hospodaření. Z hlediska terénní přístupnosti, je pro porost navržen kolový typ podvozku s úřezem harvesterové hlavice do 50 cm. V porostu je plánována výchovná těžba. Při nasazení HT je nezbytné zohledňovat výskyt přirozené obnovy a veškeré úkony pro zpracování těžných stromů provádět mimo ohniska výskytu náletu.



Obr. 29: Porost 109 A 8 (Zichová, 2016)

Tab. 39: Porost 116 A 12

Porost	116 A 12	Plocha (ha)	1,77	Zakmenění	5	Věk	119
Dřevina zastoupení (%)	SM 82, OL 18						
Zásoba porostu (m³ b. k.)	437	HZ	2				
Plánovaná těžba	Plánovaná TO						
Terénní typ	11	SLT	5S	Obj. stř. km. (m³ b. k.)	1,874	Terénní skupina	A

Na základě provedené selekce je považován porost 116 A 12 jako **vhodný pro nasazení HT**, splňuje všechna požadovaná kritéria pro selekci. Kritérium minimální zastoupení jehličnanů splňuje, protože je zde smrk zastoupen nad 60 %, jako přimíšená dřevina se zde vyskytuje olše. V tomto porostu je aplikován násečný způsob hospodaření. Porost, se nachází téměř v rovinatém terénu. V porostu je plánována obnovní těžba, byl zde navržen harvestor s kolovým typem podvozku a úřezem harvestorové hlavice do 75 cm. Z hlediska velikosti harvestorů, je porost vhodný pro nasazení velkých harvestorů. Dochází zde k přirozenému zmlazování smrku, které je nezbytné při nasazení HT zohledňovat a dbát na to, aby nebylo poškozeno.

**Obr. 30: Porost 116 A 12 (Zichová, 2016)**

Tab. 40: Porost 119 C 14

Porost	119 C 14	Plocha (ha)	0,59	Zakmenění	5	Věk	140
Dřevina zastoupení (%)	SM 82, BK 14, BO 3, JD 1						
Zásoba porostu (m³ b. k.)	175	HZ	2				
Plánovaná těžba	Plánovaná TO						
Terénní typ	11	SLT	5S	Obj. stř. km. (m³ b. k.)	1,611	Terénní skupina	A

Porost 119 C 14 je z hlediska kritérií považován za **vhodný pro nasazení HT**. Jedná se o smrkový porost s příměsí buku, borovice a jedle. Jehličnaté dřeviny jsou zastoupeny nad 60 %, což je vyhovující pro nasazení HT, v terénu bylo zjištěno, že buk, který se v porostu vyskytuje, jako přimíšená dřevina nevykazuje známky nadměrné křivosti, dvojáky se zde vyskytují. Porost je možný zpracovat harvestorem. Porost je přehledný, přístupný a nachází se v ideálních terénních podmínkách pro nasazení harvestorů s kolovým typem podvozků a úřezem harvestorové hlavice do 60 cm. Jako pěstební zásah je zde plánována obnovní těžba, při zásahu je třeba dbát na to, aby nebyla poškozena přirozená obnova smrku a buku, která se zde vyskytuje a také na to, aby nedošlo k nepřiměřenému poškození porostu při těžbě.

Tab. 41: Porost 112 F 6

Porost	112 F 6	Plocha (ha)	4,50	Zakmenění	10	Věk	60
Dřevina zastoup (%)	SM 100						
Zásoba porostu (m³ b. k.)	2 009	HZ	1				
Plánovaná těžba	Plánovaná výchovná těžba						
Terénní typ	12	SLT	5K	Obj. stř. km. (m³ b. k.)	0,572	Terénní skupina	A

Porost 112 F 6 byl vyhodnocen jako **vhodný pro nasazení HT**. Terénním průzkumem bylo zjištěno, že se porost nachází v přístupném terénu, pro který je vhodný harvestor s kolovým typem podvozku. Jedná se o porost ve věku 60 let, ve kterém je plánován výchovný zásah, proto by zde byla vhodná harvevestorová hlavice s úřezem do 50 cm. V porostu se přirozeně zmlazuje smrk, proto je nutné, aby při provádění těžby

nedocházelo k poškozování přirozené obnovy. Jako opatřením proti poškození přirozené obnovy by měly být těžené stromy zpracovány mimo dosah výskytu přirozeného zmlazení.



Obr. 31: Porost 112 F 6 (Zichová, 2016)

Tab. 42: Porost 120 A 8

Porost	120 A 8	Plocha (ha)	10,96	Zakmenění	10	Věk	77
Dřevina zastoup (%)	BK 61, SM 38, BR 1						
Zásoba porostu (m³ b. k.)	4 369	HZ	1				
Plánovaná těžba	Plánovaná výchovná těžba						
Terénní typ	12	SLT	5B	Obj. stř. km. (m³ b. k.)	0,686	Terénní skupina	A

Za podmíněně vhodný byl na základě kritérií stanoven porost 120 A 8, a to z toho důvodu, že není splněno kritérium minimální zastoupení jehličnanů. V porostu se vyskytují dva zástupci listnatých dřevin, a to buk, který má zastoupení 61 %, bříza u které je zastoupení 1 %, z jehličnatých dřevin je zastoupen smrk 38 %. V terénu bylo

vyhodnoceno, že porost je možný zpracovat harvestorem, protože use buku příliš nevyskytují dvojáky, je kvalitní a snadno zpracovatelný. Porost se nachází v přístupném terénu. Pro porost byl navržen harvestor s kolovým podvozkem a úřezem harvestorové hlavice do 50 cm. V porostu je patrný nálet buku, proto je nutné, aby při těžbě nedocházelo k jeho poškození a stromy byly zpracovávány mimo dosah náletu.



Obr. 32: Porost 120 A 8 (Zichová, 2016)

Tab. 43: Porost 110 A 6

Porost	110 A 6	Plocha (ha)	6,53	Zakmenění	9	Věk	58
Dřevina zastoupení (%)	SM 97, OL 3						
Zásoba porostu (m³ b. k.)	2 427	HZ	1				
Plánovaná těžba	Plánovaná výchovná těžba						
Terénní typ	11	SLT	6P	Obj. stř. km. (m³ b. k.)	0,510	Terénní skupina	A

Za nevhodný byl označen porost 110 A 6 z důvodu nevyhovující edafické kategorie. Tento porost se nachází na vodou ovlivněném stanovišti, edafické kategorii P, která je

pro nasazení HT vyřazena. V porostu je zastoupen smrk a olše. Pro porost byl navržen kolový podvozek a harvestorové hlavice s úřezem 50 cm. V tomto porostu by bylo možné HT využít, pokud by byla těžba provedena, když půda bude dostatečně promrzlá, nebo v suchých obdobích, aby nebyly způsobeny nepřiměřené škody na lesních porostech.



Obr. 33: Porost 110 A 6 (Zichová, 2016)

Tab. 43: Porost 124 A 6a

Porost	124 A 6a	Plocha (ha)	0,97	Zakmenění	10	Věk	30
Dřevina zastoupení (%)	OL 70, SM 30						
Zásoba porostu (m³ b. k.)	279	HZ	2				
Plánovaná těžba	Plánovaná výchovná těžba						
Terénní typ	11	SLT	5L	Obj. stř. km. (m³ b. k.)	0,456	Terénní skupina	A

Porost 124 A 6 byl označen za **nehodný pro nasazení HT**, protože se nachází stejně jako předchozí porost na vodou ovlivněných stanovištích a je nevyhovující pro

kritérium minimálního zastoupení jehličnanů Terénním průzkumem bylo zjištěno, že využití HT zde není příliš možné. Olše se vyznačuje značnou křivostí. Nasazení HT bylo možné v případě za dlouho trvajících mrazů, kdy by půda byla dostatečně promrzlá. Pro porost byl navržen kolový podvozek a úřez harvestorové hlavice 50 cm.

Tab. 44: Porost 121 B 8

Porost	121 B 8	Plocha (ha)	2,21	Zakmenění	8	Věk	80
Dřevina zastoupení (%)	SM 98, MD 2						
Zásoba porostu (m³ b. k.)	789	HZ	1				
Plánovaná těžba	Plánovaná výchovná těžba						
Terénní typ	13	SLT	6P	Obj. stř. km. (m³ b. k.)	0,611	Terénní skupina	A

Porost 121 B 8, porost vyhovující všem kritériím, avšak byl vyřazen z důvodu nevyhovující edafické kategorie, protože tento porost se nachází na vodou ovlivněném stanovišti. V porostu je plánována výchovná těžba, na základě terénního průzkumu by zde bylo možné využití HT, pokud by byla těžba provedena, když půda bude dostatečně promrzlá, nebo v suchých obdobích, aby nebyly způsobeny nepřiměřené škody na lesních porostech. Porost je přístupný, navržen byl harvestor s kolovým podvozkem a s úřezem harvestorové hlavice do 50 cm.

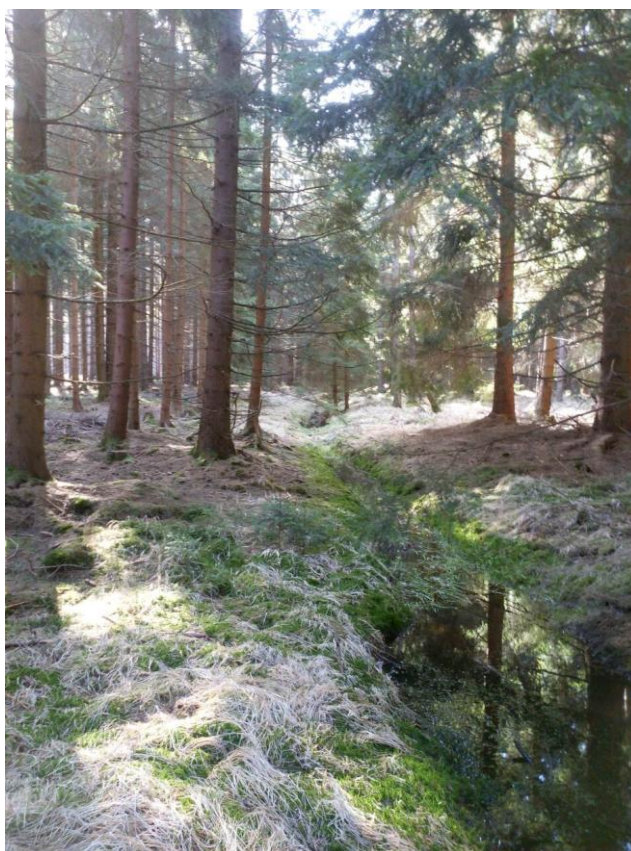


Obr. 34: Porost 121 B 8 (Zichová, 2016)

Tab. 45: Porost 129 B 4b

Porost	129 B 4b	Plocha (ha)	1,29	Zakmenění	9	Věk	35
Dřevina zastoupení (%)	SM 100						
Zásoba porostu (m³ b. k.)	259	HZ	1				
Plánovaná těžba	Plánovaná výchovná těžba						
Terénní typ	11	SLT	6P	Obj. stř. km. (m³ b. k.)	0,146	Terénní skupina	A

Porost 129 B 4b byl vyhodnocen jako **nevhodný**. Stejně jako ostatní výše uvedené porosty se nachází na vodou ovlivněných stanovištích, edafická kategorie P. V tomto porostu je možné využití HT s kolovým podvozkem a úřezem harvesterové hlavice 50 cm, jen pokud by nebyly způsobeny nepřiměřené škody, tzn. pokud, by byla půda dostatečně zmrzlá nebo v suchých obdobích.

**Obr. 35: Porost 129 B 4b (Zichová, 2016)**

..

Tab. 46: Porost 118 A 9

Porost	118 A 9	Plocha (ha)	0,32	Zakmenění	10	Věk	89
Dřevina zastoupení (%)	SM 50, OL 30						
Zásoba porostu (m³ b. k.)	325	HZ	1				
Plánovaná těžba	Plánovaná výchovná těžba						
Terénní typ	12	SLT	6V	Obj. stř. km. (m³ b. k.)	1,238	Terénní skupina	A

Porost 118 A 9 byl navržen jako **nevhodný pro nasazení HT**, protože zde není dostatečné zastoupení jehličnatých dřevin, a vyřazen byl také z toho důvodu, že se nachází na vodou ovlivněném stanovišti. V porostu je plánována výchovná těžba, nasazení HT by bylo možné jen za podmínek, že půda bude dostatečně promrzlá nebo v suchém období, aby nebyly způsobeny nepřiměřené škody na lesních porostech. V případě nasazení HT, zde byl navržen kolový podvozek s úřezem harvesterové hlavice do 60 cm.

Porosty, které jsou vyhodnoceny jako nevhodné pro nasazení HT, tedy že nevyhovují stanoveným kritériím a neprošly selekcí, a to zejména z toho důvodu, že se nacházejí na vodou ovlivněných stanovištích, jsou vhodné pro nasazení motomanuální technologie těžby.

Shrňme-li obsah této kap. 5.3, dospějeme k závěru, že údaje v ní obsažené dokládají použitelnost zvolené metodiky řešení optimalizovaného výběru těžebních technologií a techniky v provozní praxi.

5.4 Návrh optimálních technologií harvesterových uzlů

Níže uvedené tabulky uvádí navržené harvesterové uzly, které jsou rozdělené na kategorie předmýtní, předmýtní a mýtní a mýtní. Harvesterové uzly jsou rozděleny na základě vhodných podvozků harvesterových uzlů a úřeznosti harvesterové hlavice. Skupiny navržených harvesterových uzlů jsou pouze doporučující, nejsou závazné. Při sestavování harvesterových uzlů je vhodné nejprve vyhledat harvester, který svými parametry a schopnostmi odpovídá požadovanému druhu těžby, a po té k harvestoru přiřadit vyvážecí traktor výkonnostně odpovídající harvestoru.

Tab. 47: Návrh probírkových harvesterových uzlů

Kategorie probírkových harvesterových uzlů			
Harvesterový uzel č. 1 kolový podvozek			
Harvester	Rottne H8 B	Vyvázeční traktor	John Deere 810 E
Výkon motoru (kW)	116/1800	Výkon motoru (kW)	100/1 900
Hmotnost (t) dle výbavy	8,50	Hmotnost (t)	12,95
Šířka stroje dle výbavy (mm)	2 050	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	2530 - 2 680
Počet kol (ks)	4	Počet kol (ks)	8
Dosah hydraulického jeřábu (m)	7	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,2 - 9,8
Harvesterová hlavice model	EGS 406	Užitečná nosnost (t)	9
Max. průměr úřezu (mm)	430		
Hmotnost (kg)	480		
Harvesterový uzel č. 2 kolový podvozek			
Harvester	Vimek 404 T3	Vyvázeční traktor	Vimek 606 TT
Výkon motoru (kW)	44	Výkon motoru (kW)	18/3 600
Hmotnost (t) dle výbavy	4,10	Hmotnost (t)	2,95
Šířka stroje dle výbavy (mm)	1 800	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	1 800
Počet kol (ks)	4	Počet kol (ks)	6
Dosah hydraulického jeřábu (m)	4,6	Dosah hydraulického jeřábu (m)	4,6
Harvesterová hlavice model	Keto forst ecotilt	Užitečná nosnost (t)	3
Max. průměr úřezu (mm)	300		
Hmotnost (kg)	297		
Harvesterový uzel č. 3 kolový podvozek			
Harvester	Komatsu 901	Vyvázeční traktor	Komatsu 835
Výkon motoru (kW)	150/1 900	Výkon motoru (kW)	127/1 900
Hmotnost (t) dle výbavy	16,85	Hmotnost (t)	15,80
Šířka stroje dle výbavy (mm)	2 600	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	2 600
Počet kol (ks)	6	Počet kol (ks)	8
Dosah hydraulického jeřábu (m)	10	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,7-10
Harvesterová hlavice model	NISULA 400	Užitečná nosnost (t)	11
Max. průměr úřezu (mm)	400		
Hmotnost (kg)	360		
Harvesterový uzel č. 4 kolový podvozek			
Harvester	Entracon EH 40	Vyvázeční traktor	Entracon EF 75
Výkon motoru (kW)	72,8	Výkon motoru (kW)	93
Hmotnost (t) dle výbavy	5,35	Hmotnost (t)	10,50
Šířka stroje dle výbavy (mm)	1 870-2 070	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	2 100-2 300
Počet kol (ks)	8	Počet kol (ks)	8
Dosah hydraulického jeřábu (m)	5,6-6,7	Dosah hydraulického jeřábu (m)	6,5-9,2
Harvesterová hlavice model	Patu 355 RH	Užitečná nosnost (t)	7,5
Max. průměr úřezu (mm)	400		
Hmotnost (kg)	335		
Harvesterový uzel č. 5 pásový podvozek			
Harvester	Neuson 9 002 HV	Vyvázeční traktor	Terri 34
Výkon motoru (kW)	74	Výkon motoru (kW)	45,5/3 000
Hmotnost (t) dle výbavy	11	Hmotnost (t)	8,5
Šířka stroje dle výbavy (mm)	2 150	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	1 900
Počet kol (ks)	pásky	Počet kol (ks)	pásky
Dosah hydraulického jeřábu (m)	9,3	Dosah hydraulického jeřábu (m)	5,7
Harvesterová hlavice model	Kesla 20 RH - II	Užitečná nosnost (t)	3,6
Max. průměr úřezu (mm)	450		
Hmotnost (kg)	610		

Tab. 48: Návrh probírkových a mýtních harvesterových uzlů

Kategorie probírkové a mýtní harvesterové uzly			
Harvesterový uzel č. 6 kolový podvozek			
Harvester	Valmet 911.1	Vyvázeční traktor	Valmet 840.1
Výkon motoru (kW)	129	Výkon motoru (kW)	94
Hmotnost (t) dle výbavy	15,2	Hmotnost (t)	13,0
Šířka stroje dle výbavy (mm)	2 750	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	2 670
Počet kol (ks)	6	Počet kol (ks)	6
Dosah hydraulického jeřábu (m)	8,7 - 10	Dosah hydraulického jeřábu (m)	9,1
Harvesterová hlavice model	Valmet 350.1	Užitečná nosnost (t)	11
Max. průměr úřezu (mm)	600		
Hmotnost (kg)	960		
Harvesterový uzel č. 7 kolový podvozek			
Harvester	Valmet 921	Vyvázeční traktor	Valmet 860.3
Výkon motoru (kW)	155	Výkon motoru (kW)	140
Hmotnost (t) dle výbavy	19,3	Hmotnost (t)	14,36/15,86
Šířka stroje dle výbavy (mm)	2 990	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	2 590
Počet kol (ks)	6	Počet kol (ks)	6/8
Dosah hydraulického jeřábu (m)	10,2	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,8
Harvesterová hlavice model	C 93	Užitečná nosnost (t)	14
Max. průměr úřezu (mm)	600		
Hmotnost (kg)	977		
Harvesterový uzel č. 8 kolový podvozek			
Harvester	John Deer 1170 E	Vyvázeční traktor	John Deer 1210 E
Výkon motoru (kW)	145	Výkon motoru (kW)	136
Hmotnost (t) dle výbavy	16,7	Hmotnost (t)	16,2/18,1
Šířka stroje dle výbavy (mm)	2 775- 2 820	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	2 746-2 956
Počet kol (ks)	6	Počet kol (ks)	6/8
Dosah hydraulického jeřábu (m)	10-11,3	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,2-10
Harvesterová hlavice model	H 754	Užitečná nosnost (t)	13
Max. průměr úřezu (mm)	620		
Hmotnost (kg)	930		
Harvesterový uzel č. 9 kolový podvozek			
Harvester	Rotne H 11 8 WD	Vyvázeční traktor	Rotne F13 D
Výkon motoru (kW)	164	Výkon motoru (kW)	164
Hmotnost (t) dle výbavy	18,9	Hmotnost (t)	19,7
Šířka stroje dle výbavy (mm)	2 830-2 941	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	2 924-3 460
Počet kol (ks)	8	Počet kol (ks)	8
Dosah hydraulického jeřábu (m)	10,3-11,3	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,2-10
Harvesterová hlavice model	SP 561 LF	Užitečná nosnost (t)	13
Max. průměr úřezu (mm)	600		
Hmotnost (kg)	980		
Harvesterový uzel č. 10 kolový podvozek			
Harvester	Ponsse Fox	Vyvázeční traktor	Ponsse ELK
Výkon motoru (kW)	145	Výkon motoru (kW)	150
Hmotnost (t) dle výbavy	17,7	Hmotnost (t)	16,2/17,7
Šířka stroje dle výbavy (mm)	2 640-2 840	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	2 690-3 090
Počet kol (ks)	8	Počet kol (ks)	6/8
Dosah hydraulického jeřábu (m)	10-11	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,8-10
Harvesterová hlavice model	Ponsse H5	Užitečná nosnost (t)	13
Max. průměr úřezu (mm)	600		
Hmotnost (kg)	900		

Tab. 49: Návrh mýtních harvesterových uzlů

Kategorie mýtních harvesterových uzlů			
Harvesterový uzel č. 11 kolový podvozek			
Harvester	Ponsse ergo	Vyvázeční traktor	Ponsse Buffalo
Výkon motoru (kW)	210	Výkon motoru (kW)	210
Hmotnost (t) dle výbavy	20	Hmotnost (t)	18/19,8
Šířka stroje dle výbavy (mm)	2 670 - 3 090	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	2 895-3 085
Počet kol (ks)	6	Počet kol (ks)	6/8
Dosah hydraulického jeřábu (m)	8,6 - 10	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,8-10
Harvesterová hlavice model	H7 EULA	Užitečná nosnost (t)	14-15
Max. průměr úřezu (mm)	650		
Hmotnost (kg)	1 200		
Harvesterový uzel č. 12 kolový podvozek			
Harvester	John Deer 1270 E	Vyvázeční traktor	John Deere 1110 E
Výkon motoru (kW)	170/1 900	Výkon motoru (kW)	136/1 900
Hmotnost (t) dle výbavy	18	Hmotnost (t)	15,5/17,3
Šířka stroje dle výbavy (mm)	2 770-2 900	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	2 700-2 890
Počet kol (ks)	6	Počet kol (ks)	6/8
Dosah hydraulického jeřábu (m)	8,6-11,7	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,2-10
Harvesterová hlavice model	758 HD	Užitečná nosnost (t)	12
Max. průměr úřezu (mm)	710		
Hmotnost (kg)	1 140		
Harvesterový uzel č. 13 kolový podvozek			
Harvester	Rotne H20B	Vyvázeční traktor	John Deere 1110 D
Výkon motoru (kW)	187/1 800	Výkon motoru (kW)	120/1 400
Hmotnost (t) dle výbavy	20,75	Hmotnost (t)	13,67/15,37
Šířka stroje dle výbavy (mm)	3 000	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	2 700-3 106
Počet kol (ks)	6	Počet kol (ks)	6/8
Dosah hydraulického jeřábu (m)	10	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,2-10
Harvesterová hlavice model	EGS 706	Užitečná nosnost (t)	12
Max. průměr úřezu (mm)	810		
Hmotnost (kg)	1 580		
Harvesterový uzel č. 14 kolový podvozek			
Harvester	Timberjack 1270 D	Vyvázeční traktor	Timberjack 1110 D
Výkon motoru (kW)	160/1 400-2 000	Výkon motoru (kW)	121/2 000
Hmotnost (t) dle výbavy	17,5	Hmotnost (t)	13,67/17,3
Šířka stroje dle výbavy (mm)	2 680-2 956	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	2 700-2 880
Počet kol (ks)	6	Počet kol (ks)	6/8
Dosah hydraulického jeřábu (m)	8,3	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,2-10
Harvesterová hlavice model	H 430	Užitečná nosnost (t)	12
Max. průměr úřezu (mm)	730		
Hmotnost (kg)	1 200		
Harvesterový uzel č. 15 pásový podvozek			
Harvester	Königtiger T30	Vyvázeční traktor	Harvester možno kombinovat s předchozími probírkovými a mýtními vyvázečními traktory.
Výkon motoru (kW)	185	Výkon motoru (kW)	
Hmotnost (t) dle výbavy	32-40	Hmotnost (t)	
Šířka stroje dle výbavy (mm)	3 000	Šířka stroje dle šířky pneu (mm)	
Počet kol (ks)	pásky	Počet kol (ks)	
Dosah hydraulického jeřábu (m)	15	Dosah hydraulického jeřábu (m)	
Harvesterová hlavice model	Lako Impex VV 786	Užitečná nosnost (t)	
Max. průměr úřezu (mm)	680		
Hmotnost (kg)	1 130		

Harvestorový uzel dle podvozku a vhodného úřezu harvestorové hlavice:

- Skupiny 1a, 1b, 1c, 1d – Skupiny pro které jsou vhodné následující terénní typy 11, 12, 21, 32. Vzhledem k vhodným terénním typům byl k těmto skupinám přiřazen kolový podvozek bez nutného použití jiných doplňků, přičemž je nutné zohlednit aktuální stav porostu a přírodní podmínky v okamžiku nasazení HT. Jednotlivé skupiny se od sebe liší tím, že pro každou skupinu je navržena harvestorová hlavice, která se liší schopností úřezu. Pro skupinu 1a jsou navrženy harvestorové hlavice s úřezem do 50 cm, tzv. malý harvestor. Skupině středních harvestorů 1b odpovídá harvestorová hlavice o schopnosti úřezu do 60 cm. Velkým harvestorům 1c byla navržena harvestorová hlavice o schopnosti úřezu do 75 cm. Do přesílených porostů, jsou nasazovány harvestory skupiny 1d se schopností úřezu harvestorové hlavice nad 75 cm.

Z tabulky 47 jsou patrné vhodně zvolené kombinace pro skupinu 1a vyznačující se kolovým podvozkem a úřezem harvestorové hlavice do 50 cm. Pro skupinu 1a je za vyhovující harvestorové uzly považován 1., 2., 3., 4. Harvestorové uzly s kolovým podvozkem a úřezem harvestorové hlavice do 60 cm jsou vhodné pro skupinu 1b, jak je patrné z tabulek č. 47, 48 jedná se o harvestorové uzly č. 6, 9. Skupinou 1c je označován harvestor s kolovým podvozkem a úřezem harvestorové hlavice do 75 cm, dle výše uvedených tabulek jsou pro tuto skupinu vyhovující harvestorové uzly č. 8, 11, 12, 14. Pro zpracování přesílených porostů je využíváno harvestorů s úřezem harvestorové hlavice nad 75 cm, což je skupina 1d, pro kterou by mohl být zvolen harvestorový uzel č. 13.

- Skupiny 2a, 2b, 2c, 2d – Ve skupinách označených číselným kódem 2 jsou zahrnovány terénní typy podmíněně vhodné 13, 33. V takovýchto terénech je nutné přihlídnout k aktuálnímu stavu porostu a přírodním podmínkám před nasazením HT. Z důvodu, aby nebyly způsobeny nepřiměřené škody na lesních porostech, je vhodné nasazovat HT v období, kdy je půda dostatečně promrzlá nebo v suchém období, dbát na to, aby při těžbě byl ukládán klest před harvestorem, alespoň ve vrstvě 30 cm na vyvážecí linku. Pro tyto skupiny je doporučeno, aby byly vybaveny kolopásky, harvestorové uzly č. 5 a 15 jsou vybaveny pásky standardně. V terénních podmínkách pro skupiny 2a, 2b, 2c, 2d je vhodné nasazení kombinací, které mají 6-8 kol.

Pro skupinu harvestorů 2a, kterými jsou zpracovávány při těžbě stromy s maximální tloušťkou na pařezu do 50 cm, jsou považovány kombinace z tabulky č. 47, a to harvestorové uzely č. 1, 2, 3, 4, 5. Středními harvestory (skupina 2b) jsou zpracovávány stromy s maximální tloušťkou na pařezu do 60 cm, pro tuto skupinu jsou tedy vyhovující kombinace harvestorů a vyvážecích traktorů z tabulky č. 48, tedy harvestorové uzly č. 6, 7, 9, 10. Pro skupinu 2c jsou navrženy za vyhovující harvestorové uzly č. 8, 11, 12, 14, 15, protože harvestory těchto kombinací mají harvestorové hlavice se schopností úřezu do 75 cm. Harvestory vybaveny harvestorovou hlavici s maximální schopností úřezu nad 75 cm (skupina 2d) jsou určeny pro zpracovávání přesílených stromů, pro skupinu 2d byl navržen za vhodný harvestorový uzel č. 13.

- Skupiny 3a, 3b, 3c, 3d – Terénní typ 14, terénní typ vyskytující se na majetku LDO Příbyslav, na který je diplomová práce zaměřena, je zařazen do skupiny, která je podmíněna využitím kolových, kolopásových nebo pásových podvozků s doplňkem trakčních navijáků, popř. kráčejících podvozků. Tento terénní typ je únosný a charakterizován sklonem v rozmezí 26-40 %. Při rozdělování vhodných harvestorových uzlů dle tabulek č. 47, 48, 49 z hlediska schopnosti úřezu harvestorových hlavic, je rozdělení totožné se skupinou 2a, 2b, 2c, 2d.

Z pohledu bezpečnosti a dostupnosti je doporučováno v terénech s vyšším sklonem svahu používat při nasazení HT kolopásovou nebo pásovou podvozku, popř. trakční naviják, které umožní nasazení kolového harvestoru nebo vyvážecího traktoru na svazích se sklonem do 75 %. Při nasazení HT v lesních porostech s vyšším sklonem je nutné dbát na klimatické a adhezní podmínky, pohyb strojů je možný jen po spádnících. Je vhodné upřednostňovat stroje, které jsou vybaveny nivelací, nebo-li vyrovnáním kabiny, u vyvážecích traktorů je vhodné vybavení aktivní ložnou plochou, tzn. hydraulicky tlumená, rozšiřitelná a sklonitelná ložná plocha.

5.5 Kalkulace potřeby času – porovnání HT a motomanuální těžby

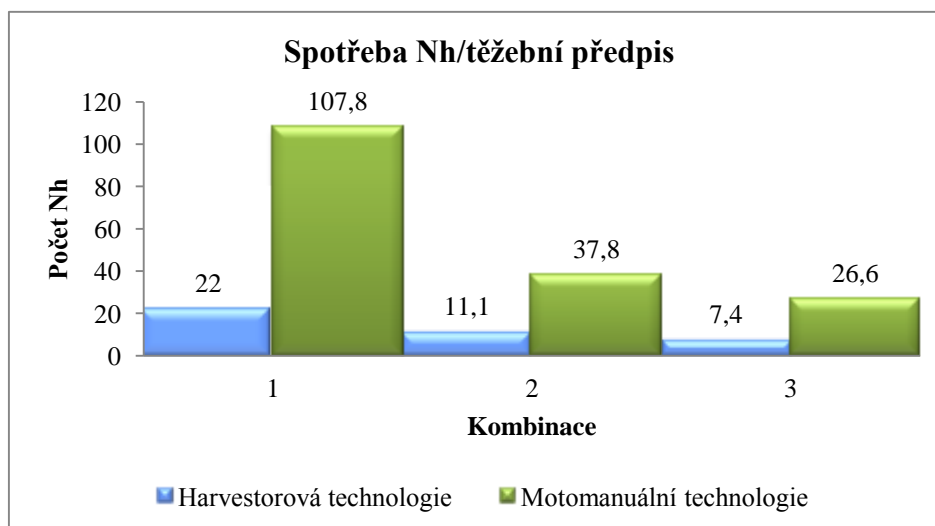
Tab. 50: Kombinace k porovnání technologie

Kombinace 1				
Porost	326 D 12	Plocha	0,75	Těžba MÚ
Průměrná hmotnatost	1,13 m ³		Těžební předpis (m ³ b. k.)	220
Přibližovací vzdálenost	100		Sklon	do 8 %
<p>Motomanuální těžba: Těžba pomocí RMŘP, krácení na 2 kusy, soustředování pomocí UKT s rádiem, jeden pracovník. Manipulace na OM, dalších 5 řezů. Dle převládající dřeviny SM. Harvestorová technologie: Harvestor a vyvážecí traktor.</p>				
Kombinace 2				
Porost	319 B 7	Plocha	0,74	Těžba PMÚ
Průměrná hmotnatost	0,48 m ³		Těžební předpis (m ³ b. k.)	30
Přibližovací vzdálenost	100		Sklon	do 8 %
<p>Motomanuální těžba: Těžba pomocí RMŘP, krácení na 2 kusy, vyklízení koněm a přibližování pomocí UKT s rádiem, jeden pracovník. Manipulace na OM, dalších 5 řezů. Dle převládající dřeviny SM. Harvestorová technologie: Harvestor a vyvážecí traktor.</p>				
Kombinace 3				
Porost	322 D 5	Plocha	0,76	Těžba PMÚ
Průměrná hmotnatost	0,46 m ³		Těžební předpis (m ³ b. k.)	20
Přibližovací vzdálenost	100		Sklon	do 8 %
<p>Motomanuální těžba: Těžba pomocí RMŘP, krácení na 2 kusy, soustředování pomocí koně. Manipulace na OM, dalších 3 řezů. Dle převládající dřeviny SM. Harvestorová technologie: Harvestor a vyvážecí traktor.</p>				

V tab. 50 jsou uvedeny kombinace k porovnávání technologií, grafické znázornění porovnání těchto technologií z hlediska spotřeby času na daný těžební předpis je uvedeno níže v obr. 36.

Tab. 51: Orientační porovnání vybraných technologií těžby

Kombinace	Orientační porovnání technologií Nh/těžební předpis			
1	RMŘP + UKT	107,8	HT	22
2	RMŘP + KŮŇ + UKT	37,8	HT	11,1
3	RMŘP + KŮŇ	26,6	HT	7,4



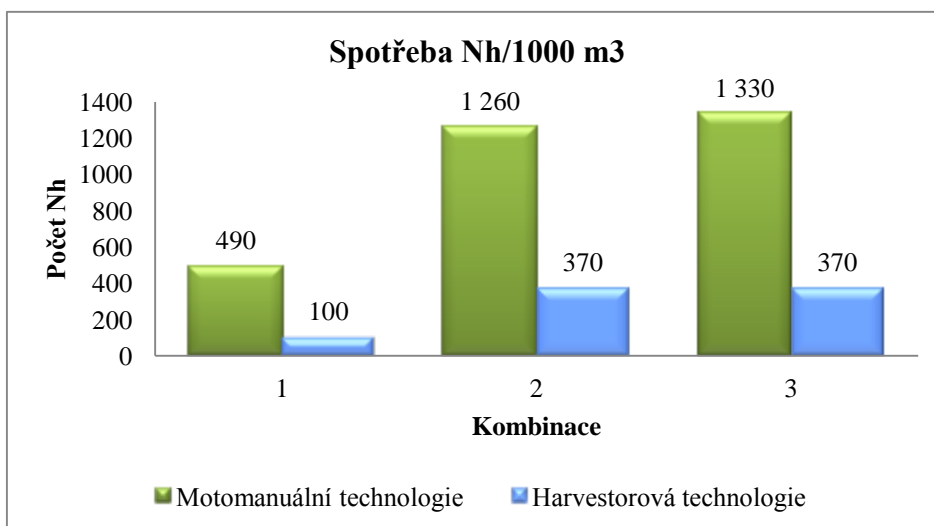
Obr. 36: Orientační porovnání vybraných technologií těžby

Dle obr. 36 je patrné, že těžba harvestorovou technologií má nižší spotřebu Nh na daný těžební předpis v jednotlivých porostech. U první kombinace při porovnání obou technologií bylo zjištěno, že při využití harvestorového uzlu se těžba oproti využití klasických technologií urychlí o 78,59 %. Stejně zjištění bylo u kombinace druhé, kdy při využití harvestorového uzlu bude těžba urychlena o 70,63 %. U třetí kombinace s využitím harvestorového uzlu bude také těžba urychlena, a to o 72,18 %.

Tab. 52: Orientační porovnání vybraných technologií těžby

Kombinace	Orientační porovnání technologií v Nh/1000 m ³			
	RMŘP + UKT	HT	KUŇ	HT
1.	490	100		
2.	1 260	370		
3.	1 330	370		

V tab. 52 jsou výsledné hodnoty přepočteny na spotřebu Nh pro zpracování objemu těžby na 1000 m³, což je znázorněno v obr. 37.



Obr. 37: Orientační porovnání vybraných technologií těžby

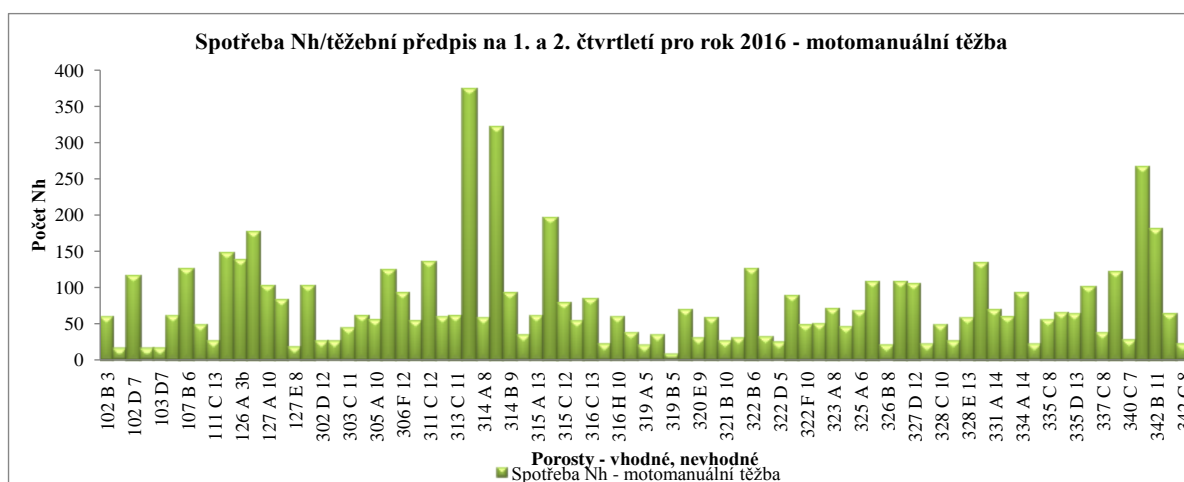
Při přepočtu výsledných hodnot spotřeby Nh na objem těžby 1000 m³ bylo zjištěno, jak je patrné z obr. 37, že při využití harvestorového uzlu dochází k urychlení těžby, a to v první kombinaci o 79,59 %, ve druhé kombinaci o 70,64 % a ve třetí kombinaci o 72,18 %.

Tab. 53: Spotřeba Nh, cena těžby a soustředování dříví motomanuální těžbou ve vhodných i nevhodných porostech

Porosty (vhodné i nevhodné)	Věk	Těžba	Průměrná hmotnost (m ³)	Přibližovací vzdálenost (m)	Těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí pro rok 2016 (m ³ b. k.)	Spotřeba Nh - motomanuální těžba	Cena těžby RMŘP za m ³	Cena za soustředování dříví (UKT, KÚŇ) za m ³	Cena těžby a soustředování dříví
102 B 3	24	PŮ	0,04	200	20	58,4	285,00 Kč	289,00 Kč	11 480,00 Kč
102 B 6	57	PŮ	0,48	200	15	14,5	112,00 Kč	180,00 Kč	4 380,00 Kč
102 D 7	63	PŮ	0,67	100	170	115,6	99,00 Kč	137,00 Kč	40 120,00 Kč
103 D 5	50	PŮ	0,40	100	15	14,55	112,00 Kč	242,00 Kč	5 310,00 Kč
103 D 7	67	PŮ	0,61	100	25	16	99,00 Kč	137,00 Kč	5 900,00 Kč
107 A 8	76	PŮ	0,84	100	110	59,4	92,00 Kč	137,00 Kč	25 190,00 Kč
107 B 6	60	PŮ	0,43	200	120	124,8	112,00 Kč	180,00 Kč	35 040,00 Kč
107 C 12	112	MŮ	1,99	100	110	46,2	75,00 Kč	137,00 Kč	23 320,00 Kč
111 C 13	129	MŮ	1,73	100	60	25,2	75,00 Kč	137,00 Kč	12 720,00 Kč
125 A 3	25	PŮ	0,06	200	50	146	285,00 Kč	289,00 Kč	28 700,00 Kč
126 A 3b	23	PŮ	0,03	100	50	137	285,00 Kč	246,00 Kč	26 550,00 Kč
126 C 14	139	MŮ	1,55	300	400	176	75,00 Kč	153,00 Kč	91 200,00 Kč
127 A 10	92	MŮ	1,06	200	200	102	75,00 Kč	143,00 Kč	43 600,00 Kč
127 E 3	25	PŮ	0,07	100	30	82,2	285,00 Kč	246,00 Kč	15 930,00 Kč
127 E 8	80	PŮ	0,84	400	30	18	92,00 Kč	164,00 Kč	7 680,00 Kč
127 E 12	114	MŮ	1,12	200	200	102	75,00 Kč	143,00 Kč	43 600,00 Kč
302 D 12	118	MŮ	0,99	100	50	25,5	78,00 Kč	137,00 Kč	10 750,00 Kč
303 A 9	85	MŮ	1,03	200	50	25	75,00 Kč	143,00 Kč	10 900,00 Kč
303 C 11	110	MŮ	1,07	300	85	42,5	75,00 Kč	153,00 Kč	19 380,00 Kč
305 A 8	75	PŮ	0,64	100	60	60,6	99,00 Kč	115,00 Kč	12 840,00 Kč
305 A 10	93	MŮ	0,74	100	100	55	78,00 Kč	137,00 Kč	21 500,00 Kč
306 D 12b	119	MŮ	1,13	200	260	122,2	75,00 Kč	143,00 Kč	56 680,00 Kč
306 F 12	115	MŮ	0,97	100	170	91,8	78,00 Kč	137,00 Kč	36 550,00 Kč
306 G 12	114	MŮ	0,8	300	90	53,1	78,00 Kč	153,00 Kč	20 790,00 Kč
311 C 12	115	MŮ	0,93	200	240	134,4	78,00 Kč	143,00 Kč	53 040,00 Kč
311 D 10	93	MŮ	0,97	300	100	58	78,00 Kč	153,00 Kč	23 100,00 Kč
313 C 11	102	MŮ	0,8	100	110	60,5	78,00 Kč	137,00 Kč	23 650,00 Kč
314 A 5	42	PŮ	0,16	200	200	372	187,00 Kč	219,00 Kč	81 200,00 Kč
314 A 8	79	PŮ	0,78	100	100	56	92,00 Kč	137,00 Kč	22 900,00 Kč
314 B 5	44	PŮ	0,23	200	200	320	144,00 Kč	187,00 Kč	66 200,00 Kč
314 B 9	81	MŮ	0,68	100	155	91,1	87,00 Kč	137,00 Kč	34 720,00 Kč
314 D 12	118	MŮ	0,91	200	60	32,4	78,00 Kč	143,00 Kč	13 260,00 Kč
315 A 13	122	MŮ	0,93	100	115	59,8	78,00 Kč	137,00 Kč	24 725,00 Kč
315 B 5	47	PŮ	0,20	200	120	195,6	144,00 Kč	187,00 Kč	39 720,00 Kč
315 C 12	118	MŮ	1,03	100	165	77,55	75,00 Kč	137,00 Kč	34 980,00 Kč
315 D 14	135	MŮ	1,08	100	110	51,7	75,00 Kč	137,00 Kč	23 320,00 Kč
316 C 13	130	MŮ	1,12	200	170	83,3	75,00 Kč	143,00 Kč	37 060,00 Kč
316 F 13	130	MŮ	0,82	100	40	21,2	78,00 Kč	137,00 Kč	8 600,00 Kč
316 H 10	99	MŮ	0,72	100	100	58	78,00 Kč	137,00 Kč	21 500,00 Kč
316 H 14	138	MŮ	1,21	200	80	37,6	75,00 Kč	143,00 Kč	17 440,00 Kč
319 A 5	45	PŮ	0,33	300	20	18,6	112,00 Kč	185,00 Kč	5 940,00 Kč
319 B 7	65	PŮ	0,47	100	30	33	112,00 Kč	130,00 Kč	7 260,00 Kč
319 B 5	43	PŮ	0,29	200	5	7,95	144,00 Kč	187,00 Kč	1 655,00 Kč
320 C 13	124	MŮ	1,17	100	140	68,6	75,00 Kč	137,00 Kč	29 680,00 Kč
320 E 9	83	MŮ	0,78	100	50	29	78,00 Kč	137,00 Kč	10 750,00 Kč
321 A 10	93	MŮ	1,12	200	111	56,61	75,00 Kč	143,00 Kč	24 198,00 Kč
321 B 10	99	MŮ	1,09	100	51	24,99	75,00 Kč	137,00 Kč	10 812,00 Kč
322 A 12	115	MŮ	1,08	300	58	29,58	75,00 Kč	153,00 Kč	13 224,00 Kč
322 B 6	60	PŮ	0,50	100	120	124,8	99,00 Kč	115,00 Kč	25 680,00 Kč
322 C 10	97	MŮ	0,97	200	55	30,8	78,00 Kč	143,00 Kč	12 155,00 Kč
322 D 5	50	PŮ	0,45	100	20	22,8	112,00 Kč	130,00 Kč	4 840,00 Kč
322 E 12	117	MŮ	1,08	100	180	88,2	75,00 Kč	137,00 Kč	38 160,00 Kč
322 F 10	100	MŮ	1,14	200	93	47,43	75,00 Kč	143,00 Kč	20 274,00 Kč
323 A 6	55	PŮ	0,58	100	70	48,3	99,00 Kč	137,00 Kč	16 520,00 Kč
323 A 8	78	PŮ	0,93	200	130	70,2	92,00 Kč	143,00 Kč	30 550,00 Kč
323 B 11	105	MŮ	1,03	100	90	44,1	75,00 Kč	137,00 Kč	19 080,00 Kč
325 A 6	51	PŮ	0,33	300	60	66	112,00 Kč	185,00 Kč	17 820,00 Kč
325 B 11	110	MŮ	1,08	100	220	107,8	75,00 Kč	137,00 Kč	46 640,00 Kč
326 B 8	71	PŮ	0,54	200	30	20,1	99,00 Kč	143,00 Kč	7 260,00 Kč
326 D 12	120	MŮ	1,13	100	220	107,8	75,00 Kč	137,00 Kč	46 640,00 Kč
327 D 12	115	MŮ	1,18	400	200	104	75,00 Kč	164,00 Kč	47 800,00 Kč
328 B 10	100	MŮ	1,06	200	40	20,4	75,00 Kč	143,00 Kč	8 720,00 Kč

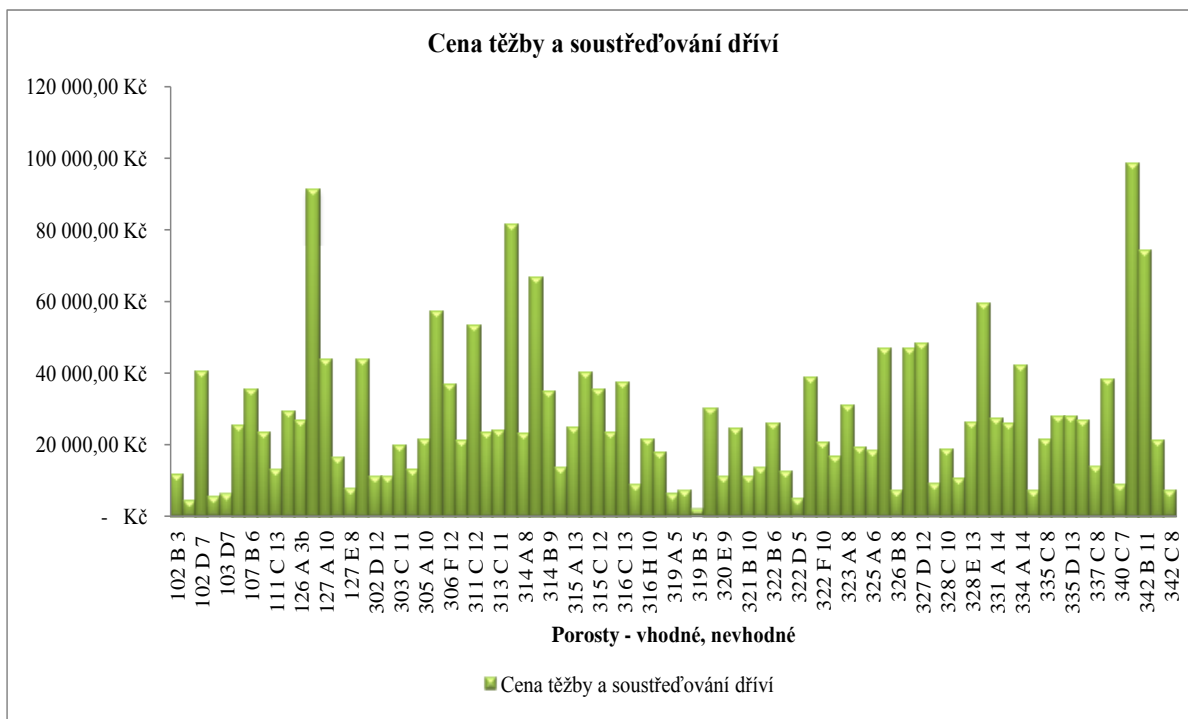
328 C 10	100	MÚ	0,97	100	86	46,44	78,00 Kč	137,00 Kč	18 490,00 Kč
328 C 13	122	MÚ	1,14	100	50	24,5	75,00 Kč	137,00 Kč	10 600,00 Kč
328 E 13	122	MÚ	1,23	200	120	56,4	75,00 Kč	143,00 Kč	26 160,00 Kč
330 A 13	121	MÚ	1,02	300	260	132,6	75,00 Kč	153,00 Kč	59 280,00 Kč
331 A 14	137	MÚ	0,97	200	122	68,32	78,00 Kč	143,00 Kč	26 962,00 Kč
331 B 14	139	MÚ	1,13	100	120	58,8	75,00 Kč	137,00 Kč	25 440,00 Kč
334 A 14	133	MÚ	1,13	400	175	91	75,00 Kč	164,00 Kč	41 825,00 Kč
334 B 6	60	PÚ	0,57	100	30	20,7	99,00 Kč	137,00 Kč	7 080,00 Kč
335 C 8	72	PÚ	0,70	200	90	54	92,00 Kč	143,00 Kč	21 150,00 Kč
335 C 11	102	MÚ	1,11	100	130	63,7	75,00 Kč	137,00 Kč	27 560,00 Kč
335 D 13	123	MÚ	1,01	300	120	61,2	75,00 Kč	153,00 Kč	27 360,00 Kč
337 C 6	52	PÚ	0,34	400	90	99	112,00 Kč	185,00 Kč	26 730,00 Kč
337 C 8	80	PÚ	0,91	100	60	37,2	92,00 Kč	137,00 Kč	13 740,00 Kč
340 A 7	67	PÚ	0,54	300	150	120	99,00 Kč	153,00 Kč	37 800,00 Kč
340 C 7	67	PÚ	0,46	100	30	26,7	112,00 Kč	171,00 Kč	8 490,00 Kč
342 A 12	119	MÚ	1,11	200	450	265,5	75,00 Kč	143,00 Kč	98 100,00 Kč
342 B 11	108	MÚ	1,28	100	350	178,5	75,00 Kč	137,00 Kč	74 200,00 Kč
342 C 12	113	MÚ	0,91	200	95	62,7	78,00 Kč	143,00 Kč	20 995,00 Kč
342 C 8	75	PÚ	0,71	200	30	21	92,00 Kč	143,00 Kč	7 050,00 Kč
Celkem					9086	6082,02			2 160 195,00 Kč

Ve výše uvedené tab. 53 jsou vybrány porosty, ve kterých byl stanoven těžební předpis na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016. Porosty jsou vhodné i nevhodné pro nasazení HT dle stanovených kritérií. Bylo zjištěno, že při nasazení motomanuální těžby ve vhodných a nevhodných porostech pro využití HT spotřeba Nh na daný těžební předpis na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016 tj. 9 086 m³ b. k. je 6 082,02 Nh. Cena těžby a soustředování dříví motomanuální těžbou na stanovený těžební předpis na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016 byla spočítána na 2 160 195 Kč, při výpočtu byly použity ceny těžby a soustředování dříví z ceníku lesních prací obce Krhová (www.krhova.cz, 2016) dle hmotnosti a přibližovací vzdálenosti.



Obr. 38: Spotřeba Nh na těžební předpis při využití motomanuální těžby ve vhodných a nevhodných porostech

Z obr. 38 patrně z hlediska spotřeby Nh na daný těžební předpis, že nejvyšší spotřeba Nh je zjištěna u porostů 314 A 5, 314 B 15, což je zřejmě způsobeno nízkou průměrnou hmotností, a vyšší spotřeba Nh je také zjištěna u porostu 342 A 12, kde bude provedena mýtní úmyslná těžba o objemu těžby 450 m³.



Obr. 39: Cena těžby a soustředování dříví motomanuální těžbou ve vhodných a nevhodných porostech

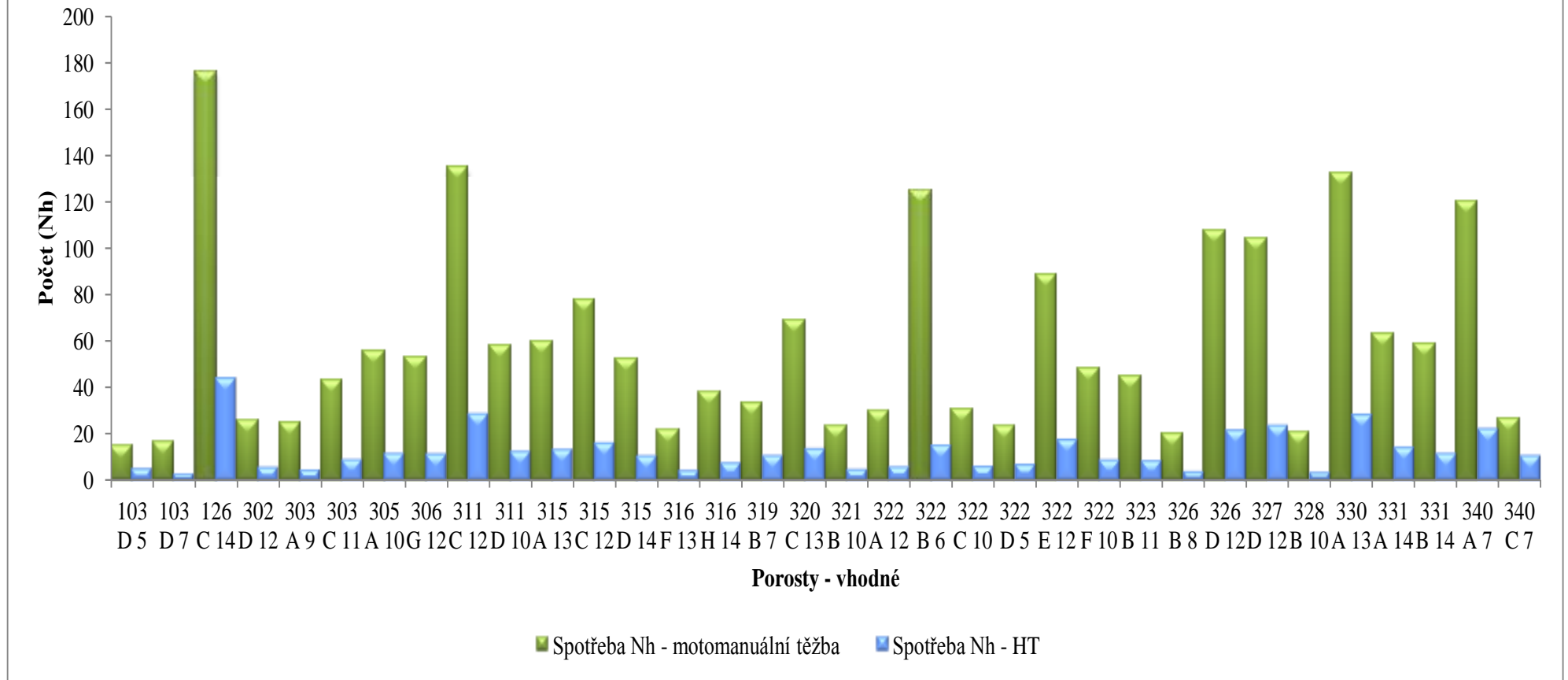
Mezi porosty, ve kterých je cena těžby a soustředování dříví při využití motomanuální těžby dříví výrazně vyšší (viz. obr. 39) je zařazen porost 126 C14, kde je plánována mýtní úmyslná těžba o objemu 400 m³, a přibližovací vzdálenost 300 m. Dalším porostem, kde bude provedena mýtní úmyslná těžba o objemu 450 m³ a přibližovací vzdálenost stanovena na 200 m, je porost 342 A 12. Vyšší cena těžby a soustředování dříví je také zjištěna u porostu 314 A 5, a to z důvodu nízké průměrné hmotnosti, vysokého těžebního předpisu a přibližovací vzdálenosti na 200 m.

Tab. 54: Spotřeba Nh, cena těžby dříví harvestorovou technologií ve vhodných porostech

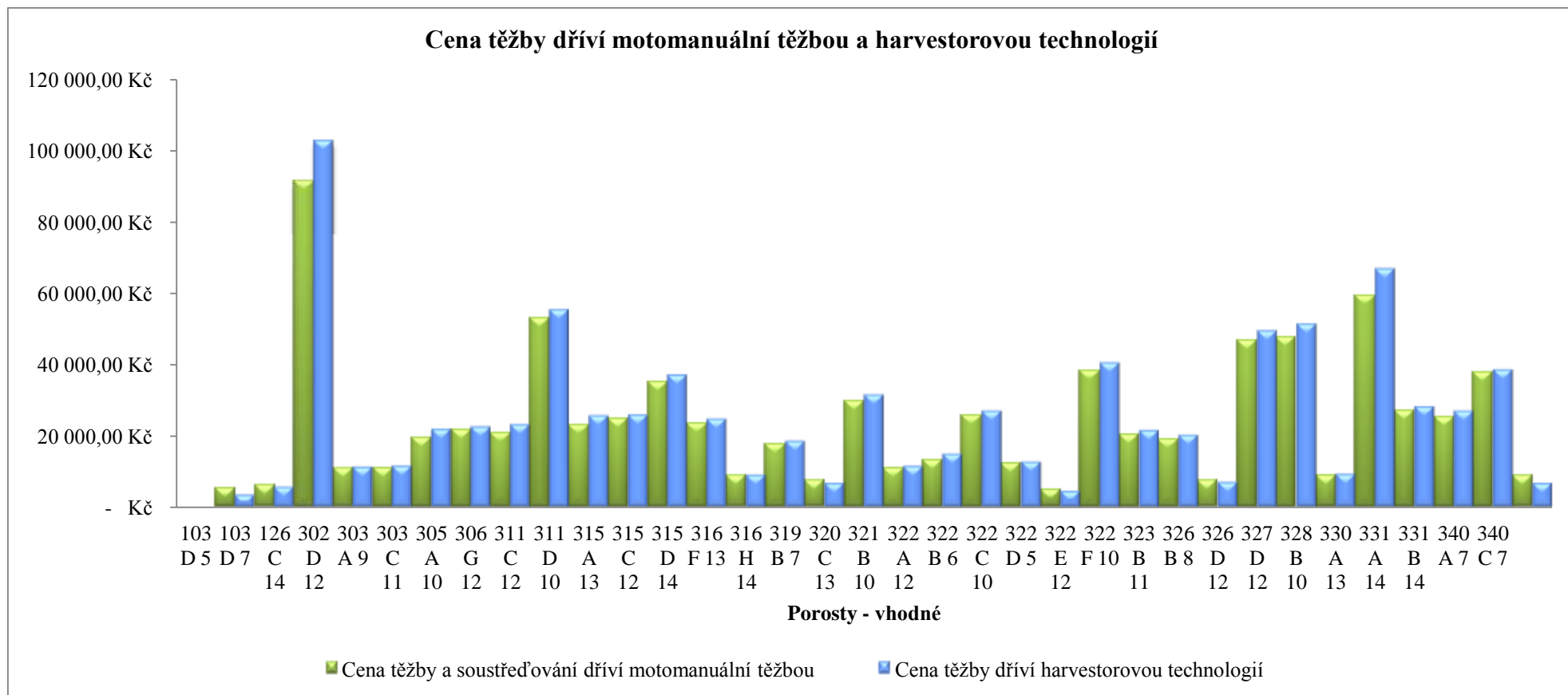
Porosty vhodné	Věk	Těžba	Průměrná hmotnost (m ³)	Přibližovací vzdálenost (m)	Těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí pro rok 2016 (m ³ b. k.)	Spotřeba Nh - motomanuální těžba	Cena těžby RMŘP za m ³	Cena soustředování dříví (UKT, KÚŇ) za m ³	Cena těžby a soustředování dříví motomanuální těžbou	Spotřeba Nh - harvestor (Nh)	Spotřeba Nh - vyvážecí traktor (Nh)	Spotřeba Nh - HT	Cena těžby harvestorem za m ³	Cena vyvážení dříví vyvážecím traktozem za m ³	Cena těžby dříví harvestorovou technologií
103 D 5	50	PŮ	0,40	100	15	14,55	112,00 Kč	242,00 Kč	5 310,00 Kč	1,65	3,90	5,55	110,00 Kč	114,00 Kč	3 360,00 Kč
103 D 7	67	PŮ	0,61	100	25	16	99,00 Kč	137,00 Kč	5 900,00 Kč	1,75	1,50	3,25	110,00 Kč	114,00 Kč	5 600,00 Kč
126 C 14	139	MŮ	1,55	300	400	176	75,00 Kč	153,00 Kč	91 200,00 Kč	20	24	44,00	110,00 Kč	146,00 Kč	102 400,00 Kč
302 D 12	118	MŮ	0,99	100	50	25,5	78,00 Kč	137,00 Kč	10 750,00 Kč	3	3	6,00	110,00 Kč	114,00 Kč	11 200,00 Kč
303 A 9	85	MŮ	1,03	200	50	25	75,00 Kč	143,00 Kč	10 900,00 Kč	2,50	2,50	5,00	110,00 Kč	120,00 Kč	11 500,00 Kč
303 C 11	110	MŮ	1,07	300	85	42,5	75,00 Kč	153,00 Kč	19 380,00 Kč	4,25	5,10	9,35	110,00 Kč	146,00 Kč	21 760,00 Kč
305 A 10	93	MŮ	0,74	100	100	55	78,00 Kč	137,00 Kč	21 500,00 Kč	6,00	6,00	12,00	110,00 Kč	114,00 Kč	22 400,00 Kč
306 G 12	114	MŮ	0,8	300	90	53,1	78,00 Kč	153,00 Kč	20 790,00 Kč	5,40	6,30	11,70	110,00 Kč	146,00 Kč	23 040,00 Kč
311 C 12	115	MŮ	0,93	200	240	134,4	78,00 Kč	143,00 Kč	53 040,00 Kč	14,40	14,40	28,80	110,00 Kč	120,00 Kč	55 200,00 Kč
311 D 10	93	MŮ	0,97	300	100	58	78,00 Kč	153,00 Kč	23 100,00 Kč	6,00	7,00	13,00	110,00 Kč	146,00 Kč	25 600,00 Kč
315 A 13	122	MŮ	0,93	100	115	59,8	78,00 Kč	137,00 Kč	24 725,00 Kč	6,90	6,90	13,80	110,00 Kč	114,00 Kč	25 760,00 Kč
315 C 12	118	MŮ	1,03	100	165	77,55	75,00 Kč	137,00 Kč	34 980,00 Kč	8,25	8,25	16,50	110,00 Kč	114,00 Kč	36 960,00 Kč
315 D 14	135	MŮ	1,08	100	110	51,7	75,00 Kč	137,00 Kč	23 320,00 Kč	5,50	5,50	11,00	110,00 Kč	114,00 Kč	24 640,00 Kč
316 F 13	130	MŮ	0,82	100	40	21,2	78,00 Kč	137,00 Kč	8 600,00 Kč	2,40	2,40	4,80	110,00 Kč	114,00 Kč	8 960,00 Kč
316 H 14	138	MŮ	1,21	200	80	37,6	75,00 Kč	143,00 Kč	17 440,00 Kč	4,00	4,00	8,00	110,00 Kč	120,00 Kč	18 400,00 Kč
319 B 7	65	PŮ	0,47	100	30	33	112,00 Kč	130,00 Kč	7 260,00 Kč	3,30	7,80	11,10	110,00 Kč	114,00 Kč	6 720,00 Kč
320 C 13	124	MŮ	1,17	100	140	68,6	75,00 Kč	137,00 Kč	29 680,00 Kč	7,00	7,00	14,00	110,00 Kč	114,00 Kč	31 360,00 Kč
321 B 10	99	MŮ	1,09	100	51	22,99	75,00 Kč	137,00 Kč	10 812,00 Kč	2,55	2,55	5,10	110,00 Kč	114,00 Kč	11 424,00 Kč
322 A 12	115	MŮ	1,08	300	58	29,58	75,00 Kč	153,00 Kč	13 224,00 Kč	2,90	3,48	6,38	110,00 Kč	146,00 Kč	14 848,00 Kč
322 B 6	60	PŮ	0,50	100	120	124,8	99,00 Kč	115,00 Kč	25 680,00 Kč	8,40	7,20	15,60	110,00 Kč	114,00 Kč	26 880,00 Kč
322 C 10	97	MŮ	0,97	200	55	30,8	78,00 Kč	143,00 Kč	12 155,00 Kč	3,30	3,30	6,60	110,00 Kč	120,00 Kč	12 650,00 Kč
322 D 5	50	PŮ	0,45	100	20	22,8	112,00 Kč	130,00 Kč	4 840,00 Kč	2,20	5,20	7,40	110,00 Kč	114,00 Kč	4 480,00 Kč
322 E 12	117	MŮ	1,08	100	180	88,2	75,00 Kč	137,00 Kč	38 160,00 Kč	9,00	9,00	18,00	110,00 Kč	114,00 Kč	40 320,00 Kč
322 F 10	100	MŮ	1,14	200	93	47,43	75,00 Kč	143,00 Kč	20 274,00 Kč	4,65	4,65	9,30	110,00 Kč	120,00 Kč	21 390,00 Kč
323 B 11	105	MŮ	1,03	100	90	44,1	75,00 Kč	137,00 Kč	19 080,00 Kč	4,50	4,50	9,00	110,00 Kč	114,00 Kč	20 160,00 Kč
326 B 8	71	PŮ	0,54	200	30	20,1	99,00 Kč	143,00 Kč	7 260,00 Kč	2,10	2,10	4,20	110,00 Kč	120,00 Kč	6 900,00 Kč
326 D 12	120	MŮ	1,13	100	220	107,8	75,00 Kč	137,00 Kč	46 640,00 Kč	11,00	11,00	22,00	110,00 Kč	114,00 Kč	49 280,00 Kč
327 D 12	115	MŮ	1,18	400	200	104	75,00 Kč	164,00 Kč	47 800,00 Kč	10,00	14,00	24,00	110,00 Kč	146,00 Kč	51 200,00 Kč
328 B 10	100	MŮ	1,06	200	40	20,4	75,00 Kč	143,00 Kč	8 720,00 Kč	2,00	2,00	4,00	110,00 Kč	120,00 Kč	9 200,00 Kč
330 A 13	121	MŮ	1,02	300	260	132,6	75,00 Kč	153,00 Kč	59 280,00 Kč	13,00	15,60	28,60	110,00 Kč	146,00 Kč	66 560,00 Kč
331 A 14	137	MŮ	0,97	200	122	62,32	78,00 Kč	143,00 Kč	26 962,00 Kč	7,32	7,32	14,64	110,00 Kč	120,00 Kč	28 060,00 Kč
331 B 14	139	MŮ	1,13	100	120	58,8	75,00 Kč	137,00 Kč	25 440,00 Kč	6,00	6,00	12,00	110,00 Kč	114,00 Kč	26 880,00 Kč
340 A 7	67	PŮ	0,54	300	150	120	99,00 Kč	153,00 Kč	37 800,00 Kč	10,50	12,00	22,50	110,00 Kč	146,00 Kč	38 400,00 Kč
340 C 7	67	PŮ	0,46	100	30	26,7	112,00 Kč	171,00 Kč	8 490,00 Kč	3,30	7,80	11,10	110,00 Kč	114,00 Kč	6 720,00 Kč
Celkem					3674	2012,92			820 492,00 Kč	205,02	233,25	438,27			870 212,00 Kč

V tab. 54 jsou vybrány porosty, ve kterých byl stanoven na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016 těžební předpis, a jsou to porosty vhodné pro nasazení harvesterové technologie. Na základě tab. 54 může být porovnána motomanuální těžba a harvesterová technologie z hlediska spotřeby Nh na objem těžebního předpisu a ceny těžby a soustředování dříví. Při nasazení harvesterové technologie ve vhodných porostech, kde je objem těžebního předpisu 3 674 m³ b. k., byla stanovena spotřeba Nh 427,27 Nh. Při využití motomanuální těžby ve vhodných porostech byla zjištěna spotřeba Nh na 2 012,92 Nh, což je podstatně více než při nasazení HT. Cena těžby dříví harvesterovou technologií byla ve vhodných porostech vyčíslena na 870 212 Kč, což je oproti využití motomanuální těžby o 49 720 Kč více. Z toho vyplývá, že při nasazení HT dochází k značné úspoře času, ale celková cena těžby dříví HT je oproti motomanuální těžbě vyšší. V následujících dvou obrázcích (obr. 40, 41) je graficky znázorněno porovnání harvesterové technologie a motomanuální těžby z hlediska spotřeby Nh a ceny těžby a soustředování dříví. Z obr. 40 je patrné, že při využití motomanuální těžby ve vhodných porostech je podstatně vyšší spotřeba Nh, než při nasazení HT. Cena těžby dříví v porostech vhodných pro nasazení harvesterové technologie, je vyšší při provedení těžby harvesterovým uzlem, než pokud by těžba byla provedena motomanuální těžbou (viz. obr. 41). Cena těžby dříví je sice v tomto případě vyšší, ale dochází k značné úspoře času.

Spotřeba Nh/těžební předpis na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016



Obr. 40: Porovnání spotřeby Nh při nasazení HT a motomanuální těžby ve vhodných porostech

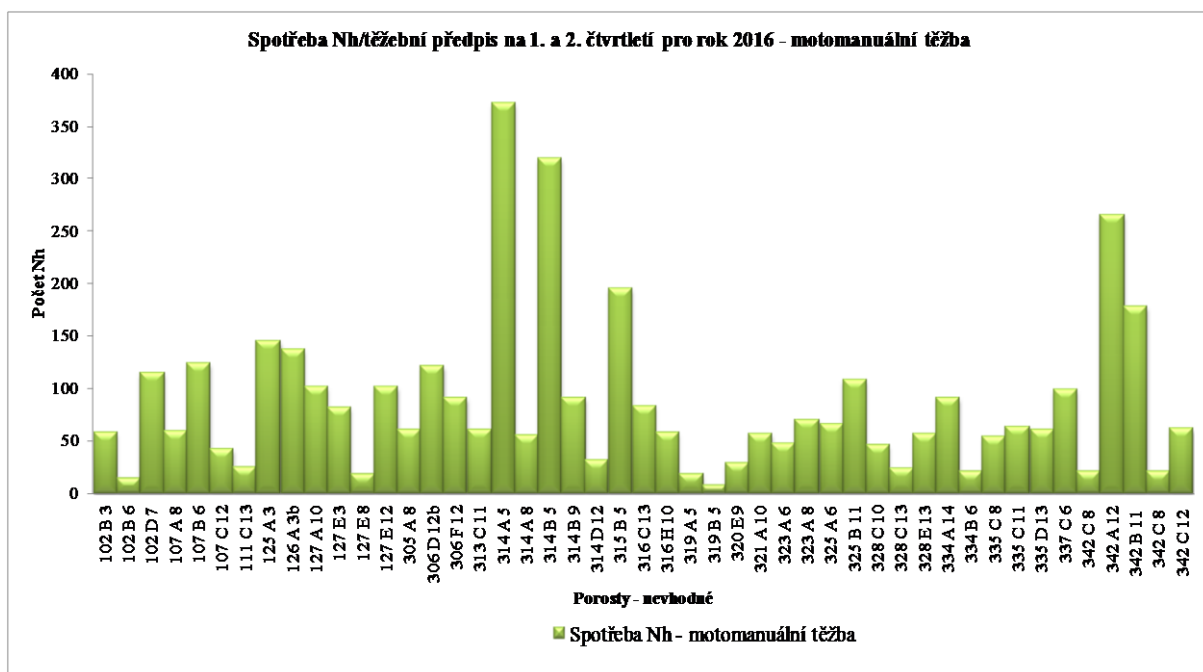


Obr. 41: Porovnání cen těžby při nasazení HT a motomanuální těžby ve vhodných porostech

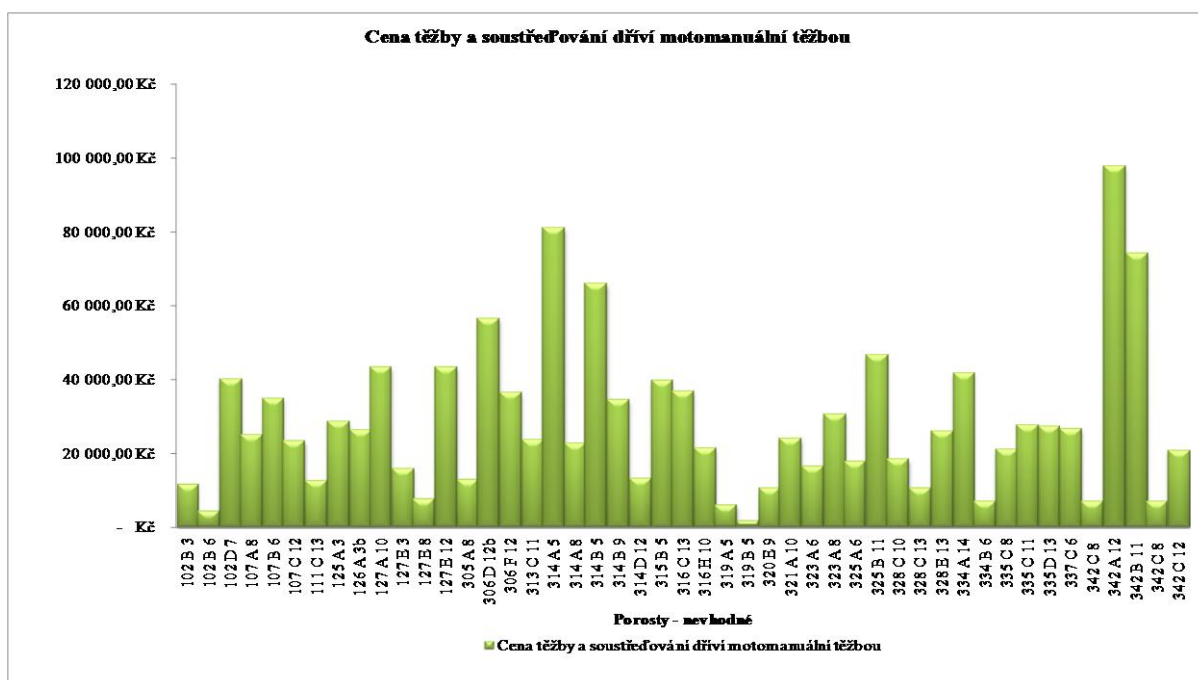
Tab. 55: Spotřeba Nh, cena těžby a soustředování dříví při využití motomanuální těžby v nevhodných porostech

Porosty nevhodné	Věk	Těžba	Průměrná hmotnost (m ³)	Přibližovací vzdálenost (m)	Těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí pro rok 2016 (m ³ b. k.)	Spotřeba Nh - motomanuální těžba	Cena těžby RMŘP za m ³	Cena soustředování dříví (UKT, KÚŇ) za m ³	Cena těžby a soustředování dříví motomanuální těžbou
102 B 3	24	PŮ	0,04	200	20	58,4	285,00 Kč	289,00 Kč	11 480,00 Kč
102 B 6	57	PŮ	0,48	200	15	14,5	112,00 Kč	180,00 Kč	4 380,00 Kč
102 D 7	63	PŮ	0,67	100	170	115,6	99,00 Kč	137,00 Kč	40 120,00 Kč
107 A 8	76	PŮ	0,84	100	110	59,4	92,00 Kč	137,00 Kč	25 190,00 Kč
107 B 6	60	PŮ	0,43	200	120	124,8	112,00 Kč	180,00 Kč	35 040,00 Kč
107 C 12	112	MŮ	1,99	100	110	42,6	75,00 Kč	137,00 Kč	23 320,00 Kč
111 C 13	129	MŮ	1,73	100	60	25,2	75,00 Kč	137,00 Kč	12 720,00 Kč
125 A 3	25	PŮ	0,06	200	50	146	285,00 Kč	289,00 Kč	28 700,00 Kč
126 A 3b	23	PŮ	0,03	100	50	137	285,00 Kč	246,00 Kč	26 550,00 Kč
127 A 10	92	PŮ	1,06	200	200	102	75,00 Kč	143,00 Kč	43 600,00 Kč
127 E 3	25	PŮ	0,07	100	30	82,2	285,00 Kč	246,00 Kč	15 930,00 Kč
127 E 8	80	PŮ	0,84	400	30	18	92,00 Kč	164,00 Kč	7 680,00 Kč
127 E 12	114	MŮ	1,12	200	200	102	75,00 Kč	143,00 Kč	43 600,00 Kč
305 A 8	75	PŮ	0,64	100	60	60,6	99,00 Kč	115,00 Kč	12 840,00 Kč
306 D 12b	119	MŮ	1,13	200	260	122,2	75,00 Kč	143,00 Kč	56 680,00 Kč
306 F 12	115	MŮ	0,97	100	170	91,8	78,00 Kč	137,00 Kč	36 550,00 Kč
313 C 11	102	MŮ	0,8	100	110	60,5	78,00 Kč	137,00 Kč	23 650,00 Kč
314 A 5	42	PŮ	0,16	200	200	372	187,00 Kč	219,00 Kč	81 200,00 Kč
314 A 8	79	PŮ	0,78	100	100	56	92,00 Kč	137,00 Kč	22 900,00 Kč
314 B 5	44	PŮ	0,23	200	200	320	144,00 Kč	187,00 Kč	66 200,00 Kč
314 B 9	81	PŮ	0,68	100	155	91,1	87,00 Kč	137,00 Kč	34 720,00 Kč
314 D 12	118	MŮ	0,91	200	60	32,4	78,00 Kč	143,00 Kč	13 260,00 Kč
315 B 5	47	PŮ	0,20	200	120	195,6	144,00 Kč	187,00 Kč	39 720,00 Kč
316 C 13	130	MŮ	1,12	200	170	83,3	75,00 Kč	143,00 Kč	37 060,00 Kč
316 H 10	99	MŮ	0,72	100	100	58	78,00 Kč	137,00 Kč	21 500,00 Kč
319 A 5	45	PŮ	0,33	300	20	18,6	112,00 Kč	185,00 Kč	5 940,00 Kč
319 B 5	43	PŮ	0,29	200	5	7,95	144,00 Kč	187,00 Kč	1 655,00 Kč
320 E 9	83	PŮ	0,78	100	50	29	78,00 Kč	137,00 Kč	10 750,00 Kč
321 A 10	93	MŮ	1,12	200	111	56,61	75,00 Kč	143,00 Kč	24 198,00 Kč
323 A 6	55	PŮ	0,58	100	70	48,3	99,00 Kč	137,00 Kč	16 520,00 Kč
323 A 8	78	PŮ	0,93	200	130	70,2	92,00 Kč	143,00 Kč	30 550,00 Kč
325 A 6	51	PŮ	0,33	300	60	66	112,00 Kč	185,00 Kč	17 820,00 Kč
325 B 11	110	MŮ	1,08	100	220	107,8	75,00 Kč	137,00 Kč	46 640,00 Kč
328 C 10	100	MŮ	0,97	100	86	46,44	78,00 Kč	137,00 Kč	18 490,00 Kč
328 C 13	122	MŮ	1,14	100	50	24,5	75,00 Kč	137,00 Kč	10 600,00 Kč
328 E 13	122	MŮ	1,23	200	120	56,4	75,00 Kč	143,00 Kč	26 160,00 Kč
334 A 14	133	MŮ	1,13	400	175	91	75,00 Kč	164,00 Kč	41 825,00 Kč
334 B 6	60	PŮ	0,57	100	30	20,7	99,00 Kč	137,00 Kč	7 080,00 Kč
335 C 8	72	PŮ	0,70	200	90	54	92,00 Kč	143,00 Kč	21 150,00 Kč
335 C 11	102	MŮ	1,11	100	130	63,7	75,00 Kč	137,00 Kč	27 560,00 Kč
335 D 13	123	MŮ	1,01	300	120	61,2	75,00 Kč	153,00 Kč	27 360,00 Kč
337 C 6	52	PŮ	0,34	400	90	99	112,00 Kč	185,00 Kč	26 730,00 Kč
342 C 8	75	PŮ	0,71	200	30	21	92,00 Kč	143,00 Kč	7 050,00 Kč
342 A 12	119	MŮ	1,11	200	450	265,5	75,00 Kč	143,00 Kč	98 100,00 Kč
342 B 11	108	MŮ	1,28	100	350	178,5	75,00 Kč	137,00 Kč	74 200,00 Kč
342 C 8	75	PŮ	0,71	200	30	21	92,00 Kč	143,00 Kč	7 050,00 Kč
342 C 12	113	MŮ	0,91	200	95	62,7	78,00 Kč	143,00 Kč	20 995,00 Kč
Celkem					5382	4041,3			1 333 013,00 Kč

V tab. 55 jsou vybrány porosty, které jsou nevhodné pro nasazení HT. Spotřeba Nh na objem těžby 5 382 m³ b. k. byla stanovena na 4 041,3 Nh při využití motomanuální těžby. Celková cena těžby a přibližování dříví v nevhodných porostech při využití motomanuální těžby je 1 333 013 Kč.



Obr. 42: Spotřeba Nh při nasazení motomanuální těžby v nevhodných porostech



Obr. 43: Cena těžby a soustředování dříví při nasazení motomanuální těžby v nevhodných porostech

Při využití motomanuální těžby v nevhodných porostech jsou vykazovány vyšší spotřeby Nh (viz. obr. 42) u porostů 314 A 5, 315 B 5, a to z důvodu nízké průměrné hmotnosti a vysokého těžebního předpisu. Porosty 342 A 12, 342 B 11, ve kterých je dále evidována vyšší spotřeba Nh, protože se jedná o porosty, kde je plánována mýtní úmyslná těžba o objemu těžby 450 m³ b. k. a 350 m³ b. k. Ve výše uvedených porostech, kde je vyšší spotřeba Nh, je také vyšší cena těžby a soustředování dříví, což je patrné z obr. 43.

Tab. 44: Hodnocení vlivů motomanuální těžby a harvesterové technologie

	Motomanuální těžba	Harvesterová technologie
Bezpečnost a ochrana zdraví při práci	5	8
Poškození a znečištění dříví	ano	ne
Druhování dříví	5	10
Svahová dostupnost	6	9
Vodou ovlivněná stanoviště	ano	ne
Kontaminace přírodního prostředí ropnými produkty	8	4
Znečištění ovzduší výfukovými plyny	9	6
Návaznost pracovních operací	7	10
Ovlivnění při nepříznivých klimatických podmínkách	ano	ne
Rychlost provedení těžby	6	10
Zhutnění půdy	8	4
Poškození stojících stromů a narušení kořenového systému	5	5

V tab. 44 jsou uvedeny vlivy a jejich hodnocení z hlediska motomanuální těžby a harvesterové technologie. Jsou hodnoceny stupnicí 1 až 10, přičemž stupeň 1 je považován za nejhorší hodnocení, naopak stupeň 10 je nejlepší hodnocení. Bezpečnosti a ochraně zdraví při práci byl udělen stupeň 5 motomanuální těžbě a stupeň 8 harvesterové technologii. Je zřejmé, že při těžbě harvesterovou technologií je vyšší bezpečnost při práci, čehož může být využíváno při zpracování kalamit, avšak tato technologie těžby je náročná pro operátory po psychické stránce. V obou případech je třeba dbát na dodržování zásad bezpečnosti.

Při motomanuální těžbě může dojít k poškození dříví (k lámání může docházet nejčastěji při použití kmenové metody a při přibližování dříví UKT, k lámání stromů při těžbě může docházet, pokud jsou stromy káceny za vysokých mrazů). Při vyklizování a přibližování dříví je náklad vlečen po zemském povrchu, tudíž dochází k jeho znečištění, a tímto může být ovlivněna cena dříví při prodeji. Těžba harvesterovou technologií využívá sortimentní metodu, proto nedochází k poškození např. lámání při vyvážení vyvážecím traktorem. Dříví při volbě této technologie těžby není znečišťováno, náklad je zcela naložen na transportním prostředku. Výroba sortimentů harvesterem využívá automatické optimalizace, kterou umožňuje jeho řídicí a měřicí systém, nastavený tak, aby vyrobené sortimenty dříví poskytovaly nejlepší zpeněžení, proto je druhotování dříví hodnoceno stupněm 10.

Svahová dostupnost je u motomanuální těžby při využití UKT 40 %, je hodnocena stupněm 6. Harvesterová technologie dosahuje vyšší svahové dostupnosti, s použitím trakčních navijáků až 70 %.

Vodou ovlivněná stanoviště jsou často přístupná pouze pro motomanuální těžbu, a to pokud je půda dostatečně promrzlá nebo za období sucha.

Riziko havárie, při které může dojít k velkému úniku ropných produktů je pravděpodobnější u harvesterů a vyvážecích traktorů, proto je nutná pravidelná údržba a kontrola strojů. Z tohoto důvodu je HT z hlediska kontaminace přírodního prostředí hodnoceno stupněm 4. Pokud je nasazena motomanuální těžba, dochází k menšímu znečištění ovzduší výfukovými plyny, a to hlavně v případě, kdy jsou k těžbě a soustředování použity RMŘP a kuň.

Pro motomanuální těžbu je typická diskontinuální výroba, při které se na každé lokalitě mění použitý prostředek, a navazující prostředek není na pracovišti současně s prostředkem předcházejícím, proto je návaznost operací hodnocena stupněm 7. Pro harvester je typický pracovní postup kontinuální sériový, při jehož práci následují jednotlivé operace plynule po sobě, s absolutní výkonovou shodou.

Motomanuální technologie těžby je ovlivněna klimatickými vlivy (děšť, sníh, mráz). Z hlediska rychlosti provedení těžby, jak je patrné i z obr. 40, při volbě harvesterové technologie dochází ke značné úspoře času. Při pojezdu harvesterů a vyvážecích traktorů dochází k vyššímu zhutnění půdy, a to z důvodu jejich vysoké hmotnosti. Záleží také na mnoha faktorech, které ovlivňují zhutnění a poškození půdy, těmito faktory např. jsou zatížení náprav, náhon kol, odpružení náprav, převody, rychlost pojezdu, četnost pojezdu, tlak huštění pneumatik, profil dezénu, šířka pneumatiky, schopnost deformace, odolnost proti poškození, záleží také na vlastnostech půdy.

K poškození stromů dochází u motomanuální těžby kmenovou metodou při samotném kácení stromu, kdy kácený strom může poškodit při pádu ostatní stojící stromy (poškození 23 %), samotnou činností dřevorubce je poškození 6 %. Dalšímu poškození stromů dochází při soustředování dříví, a to samotným soustředovacím prostředkem je uváděno poškození 7 % a surovými kmeny poškození 64 %. Poškození stromu při těžbě HT je způsobeno nejčastěji interakcí hydraulického jeřábu harvesteru i vyvážecího traktoru. Stromy mohou být poškozeny také z důvodu, že vyvážecí linie jsou nekvalifikovaně vytyčeny či vykáceny. Kořenový systém bývá poškozován při obou technologiích těžby. Nejvíce je kořenový systém poškozován na vlásečnicích, které jsou rozprostřeny přímo pod půdním povrchem.

Tab. 45: Sumarizace spotřeby Nh, cen těžby a přibližování dříví

	Těžební předpis na 1. a 2. čtvrtletí pro rok 2016 (m³ b. k.)	Cena těžby a soustředování dříví motomanuální těžbou	Spotřeba Nh - motomanuální těžba	Cena těžby dříví harvesterovou technologií	Spotřeba Nh - HT
Porosty vhodné	3 674	820 492,00 Kč	2 012,92	870 212,00 Kč	438,27
Porosty nevhodné	5 412	1 333 013,00 Kč	4 041,30		
Porosty vhodné a nevhodné	9 086	2 153 505,00 Kč	6 054,22		

Vhodné porosty, ve kterých je podíl těžebního předpisu 40 %, byla zjištěna cena motomanuální těžbou 820 492 Kč, při využití harvesterové technologie byla cena těžby o 5,7 % vyšší. Při nasazení harvesterové technologie ve vhodných porostech by došlo k urychlení těžby o 78 %, oproti těžbě motomanuální.

U nevhodných porostů pro nasazení harvesterové technologie, kde je evidováno 60 % těžebního předpisu byla vypočítána cena motomanuální těžby 1 333 013 Kč a spotřeba Nh byla zjištěna na 4 041,30 Nh. Pro vhodné a nevhodné porosty byla stanovena celková cena motomanuální těžby 2 153 505 Kč na celkový těžební předpis 9 086 m³ b. k., spotřeba Nh na těžbu celkového těžebního předpisu byla zjištěna 6 054,22 Nh.

6. Diskuse a doporučení pro provozní praxi

V průběhu zpracování této diplomové práce bylo získáváno mnoho poznatků a informací, a právě na jejich základě je navrženo několik následujících opatření. Přínosem této práce by měla být orientační dopomoc THP v rozhodování pro nasazení harvesterové technologie nebo motomanuální těžby. Práce byla zpracována pomocí programu Microsoft Office Excel, kam byly zadávány kritéria na základě kterých, byla provedena selekce porostů. Výsledkem selekce byly porosty vhodné, podmíněně vhodné a nevhodné pro nasazení harvesterové technologie, porosty nevhodné byly navrženy pro motomanuální těžbu. Výsledky třídění porostů mohou být dále využity, např. mohou být pozměněna zadaná kritéria a mohou být využity jako podklad pro tzv. harvesterovou mapu. V praxi je možné zadaná kritéria akceptovat, nebo pozměněním vzorců kritéria změnit. Ve výsledku třídění porostů si může THP prostřednictvím aplikace filtr v nástrojové liště data, vyhledat, ty porosty, které budou vyhovovat požadovaným kritériím a dále s nimi pracovat.

Současný podíl HT na celkové těžbě v ČR je 29 %, což je procentuální podíl skutečné těžby, které uvádí Kolektiv autorů (2014). Při třídění porostů byl zjištěn potenciální podíl z celkového těžebního předpisu vhodných porostů pro nasazení HT v podmínkách LHC LDO Příbyslav 40 %. Kolektiv autorů (2014) dále uvádí, že současný podíl motomanuální těžby na celkové těžbě v ČR je 75 %, což je procentuální podíl skutečné těžby. Dále byl při třídění zjištěn potenciální podíl z celkového těžebního předpisu nevhodných porostů pro nasazení HT (tedy tyto porosty jsou vhodné pro nasazení motomanuální těžby) v podmínkách LHC LDO Příbyslav 58 %. Zjištěné podíly v této práci jsou pouze potenciální a můžou být ve skutečnosti odlišné, oproti procentuálnímu podílu skutečné těžby dle Kolektiv autorů (2014).

Při rozhodování o vhodnosti terénních typů pro nasazení harvesterové technologie, bylo rozhodnuto, že za vhodné terénní typy budou považovány TT 11, 12, 13, 14, 32, 33 a byly vyřazeny porosty, které se vyskytují na vodou ovlivněných stanovištích. Za vhodné byly navrženy terénní typy 11, 12, 13, 14, 21 a jsou zde zařazeny porosty, které se nacházejí na vodou ovlivněných stanovištích. Takové porosty se zpracovávají motomanuální těžbou a to za zámrazu nebo v suchých obdobích, aby nedocházelo k nepřiměřeným škodám na lesních porostech. Pro volbu technologie těžby je nezbytně nutné provést terénní šetření. Terénní šetření je také nutné provést u porostů, které jsou

podmíněně vhodné pro nasazení HT. Za podmíněně vhodné porosty jsou v práci označovány takové, které neodpovídají kritériu minimální věk (tzn. porosty do 40-ti let), v procesu stárnutí porostů se takový porost může stát vhodným pro nasazení HT. Při nesplnění kritéria minimální zastoupení jehličnanů 60 % jsou také porosty označovány za podmíněně vhodné. V tomto případě rozhodujícím faktorem o nasazení HT je kvalita listnatého porostu, v takovém porostu by se neměla vyskytovat křivost a rozdvojení stromů. V případě nasazení HT v listnatých porostech, v porostech s křivými kmeny je možné využít harvesterovou hlavici finského typu, která je vybavena čtyřmi válci posuvu (Neruda a kol., 2013). Třetím kritériem, které není závazné a při jeho nesplnění jsou porosty označovány za podmíněně vhodné je kritérium hospodářský způsob. Za nevhodný hospodářský způsob je považován výběrný hospodářský způsob, z důvodu špatné viditelnosti stromů určených k těžbě.

Porosty, které byly označeny za nevhodné pro nasazení harvesterové technologie, jsou určeny pro motomanuální těžbu. Motomanuální těžba je používána k těžbě jakékoli dřeviny, věku a dimenze, je při ní využíváno RMŘP, koně, UKT, SLKT, vyvážecí soupravy. V lesích, kde je aplikován výběrný způsob hospodaření se právě využívá motomanuální těžba při mýtních těžbách s využitím sortimentní metody. Dále je motomanuální těžba využívána v listnatých porostech, kde jsou těženy stromy s vysokou hmotností. Za nejrozšířenější je možné považovat metodu kmenovou, při které je možné využití koně, ale jen v nízkých hmotnostech na rovině, po svahu, na krátké vzdálenosti, dále je využíván UKT, SLKT, které jsou omezeny svou svahovou dostupností do 40 %, Od metody stromové je upouštěno, zřejmě proto, že při této metodě je zapotřebí vyšší tažná síla. Za důležité je nutno pokládat technologickou přípravu stanoviště, což znamená, že musí být rovnoměrně zpřístupněna celá plocha porostu, aby práce, která bude vykonávána na daném pracovišti, byla efektivní. Při trasování přibližovacích (vyvážecích) linek bývá stanovena šířka pracovního pole na 20-40 m, šířka linky bývá stanovena na 3,0-4,5 m. Motomanuální těžba je ovlivňována klimatickými podmínkami (déšť, sníh, mráz) na rozdíl od harvesterových technologií.

Způsobené škody při nasazení motomanuální těžby nebývají nutným následkem, ale spíše důsledkem neodborného plánování a řízení výroby. Proto je nezbytné hledat cesty, jak škodám zabránit, nebo alespoň snížit jejich rozsah (Neruda a kol., 2013).

Harvestory jsou schopny se pohybovat ve velmi svažitéch terénech 50-70 %, a to za použití kolopásových, pásových podvozků nebo s využitím trakčních navijáků. Harvestorová technologie využívá sortimentní metodu těžby, která se zásadně liší od sortimentní metody motomanuální těžby, protože pokácený strom harvestorem není bezprostředně zpracován u pařezu. Harvestorem je přemístěn na okraj linky a na tomto místě je strom odvětven, změřen, rozřezán na sortimenty, které jsou uloženy na hromádky. Při kácení je nutno dodržovat směrové kácení a zpracovávat vytěžené stromy na linkách, nebo v místech, kde nedochází k přirozenému zmlazení, aby nedocházelo k jejímu poškození. Při těžbě harvestorem se doporučuje ukládat klest při zpracování stromu těžených na lince před sebe, kvůli zmírnění následků způsobené přejezdy HT. Tato zásada je vhodná ve všech porostech, především na méně únosných půdách. Za optimální vrstvu je považováno 30-40 cm. Před vlastní těžbou harvestorovou technologií je zapotřebí provést technologickou přípravu stanoviště. Porost je rozčleněn na pracovní pole o šířce 20 až 25 m. Vyvážecí linky jsou upraveny na šířku 3,5 až 4 m, které je výhodné vést po spádnici. Cílem je dosáhnout přímých linek.

Na základě druhu těžby (předmýtní, mýtní) je vybírán vhodný harvestor. Do předmýtních těžeb nízkých hmotností jsou nasazovány probírkové harvestorové uzly, kde u harvestoru je maximální úřez harvestorové hlavice do 50 cm. V mýtních těžbách jsou nasazovány harvestory s větším maximálním úřezem harvestorové hlavice, a to až do 75 cm, u přesílených porostů používáno harvestorových hlavic s maximálním úřezem nad 75 cm. Na majetku LDO Příbrav bylo zjištěno, že dle těžebního předpisu, který je stanoven na první a druhé čtvrtletí by měla být využita při možném nasazení HT harvestorová hlavice s maximálním úřezem do 50 cm při těžbě 81 % těžebního předpisu a harvestorové hlavice s maximálním úřezem do 60 cm při těžbě 19 % těžebního předpisu. Sysel (2014) doporučuje v případě těžby přesílených stromů, tedy stromů s větším průměrem na pařezu více než 75 cm, kde při pokácení takového stromu je zapotřebí více řezů, než jeden řez harvestoru, je možnost využívat harvestor s větším počtem řezů, nebo doplnit tuto technologii za pomoci předkácování RMŘP s ohledem na bezpečnost práce. Pokud budou dimenze stromů natolik přesílené, že nedovolí ani

pokácené stromy pomocí RMŘP následné zpracování harvestorem, v tomto případě s využitím RMŘP navíc odřezávat jeden až dva kusy výřezů.

Technologická příprava pracoviště pro mýtní úmyslnou těžbu při nasazení HT není tak náročná. U porostů, které jsou určeny k mýtní úmyslné těžbě je vykazována nižší pracnost na výrobu a dodání 1 m³ dříví, nižší ekonomická nákladnost, vyšší zpeněžení dříví. Pohyb prostředků pro soustředování dříví je obvykle možný po celé těžební ploše.

Harvestorové technologie se také používají při zpracovávání kalamitních těžeb. Dle Neruda a kol. (2013) jsou technologicky nejjednodušší hmyzí kalamity a imisní těžby, pokud jsou realizovány včas, ne až při těžbě trouchnivějšího dříví, protože jejich technologická odlišnost od úmyslných těžeb je minimální. Nejobtížnější je zpracování polomů a vývratů po vichřici, kdy navršené a roztržité stromy leží ve všech směrech a více vrstvách.

Harvestorové technologie jsou nasazovány hlavně v kalamitních těžbách způsobených abiotickými činiteli, protože při této technologii je bezpečnost práce maximální, a důvodem je také vysoká výkonnost této technologie. Zpracování motomanuální těžbou kalamity způsobené abiotickými činiteli je z hlediska bezpečnosti práce velice nebezpečné, protože dřevo vyvrácených stromů je napružené a hrozí zavalení pracovníka. Základní zásadou při přeřezávání napružených kmenů je: napružené dříví se nejdříve nařízne na straně tlaku, a dořezává se na straně tahu. Pokud je kalamita způsobena biotickým činitelem a nachází se v dostupných terénech pro nasazení harvestorové technologie, měla by být tato technologie upřednostňována pro svoji vysokou výkonnost a kontinuální pracovní postup. Jednoznačně neefektivní počínání s touto plně mechanizovanou technologií, by bylo v případě pokud by byla nasazována k sanaci jednotlivých zlomů.

Harvestorové technologie s sebou přináší mnoho přínosů. Při zpracování těžby je výrazně zvýšena bezpečnost práce, jsou zlepšeny ergonomické podmínky při práci, jak bylo zjištěno při zpracovávání této práce, jejich produktivita práce je vyšší a na daný objem těžby je spotřebováno mnohem méně. Při srovnání s motomanuální těžbou, výroba je proudová, tzn., že výrobní proces je časově a prostorově sladěný. HT méně závislá na okamžitých klimatických podmínkách, jsou nasazovány do méně i více náročných terénních podmínek. Při využití HT je snížena potřeba vytváření zásob dříví.

Z důvodu, aby bylo nasazování harvesterové technologie efektivní a hospodárné, je zapotřebí při rozhodování o nasazení HT v konkrétních porostech zohledňovat objem těžby, který je stanovený pro daný porost. Musí být brán zřetel na objem těžby při výběru porostů pro nasazení HT. Protože přeprava HT na místo pracoviště je složitá a nákladná, je výhodné vzhledem k denním výkonům harvesteru při dvousměnném pracovním provozu tj. v porostech ve věku do 40 let $90 \text{ m}^3/\text{den}$, v porostech nad 40 let $160\text{-}200 \text{ m}^3/\text{den}$ a v mýtních porostech $250\text{-}300 \text{ m}^2$, je však nutné počítat i s prostoji, poté průměr vychází na 200 m^3 za den, vybrat lokalitu, kde jsou porosty s vysokým objemem těžeb a práce pro harvesterovou technologii minimálně na dva dny při dvousměnném pracovním provozu.

I přesto, že harvesterové technologie jsou méně závislé na okamžitých klimatických podmínkách, mělo by být přihlíženo k aktuálnímu počasí při plánovaném nasazení HT. Nevhodné by bylo nasazovat HT na méně únosných půdách po dlouhotrvajících srážkách, po jarním tání sněhu, kdy by byly způsobeny velké škody pojezdem těchto strojů. V takovém případě nasadit HT na únosné půdy, např. s vyšším obsahem skeletu, a na neúnosné terény se vrátit až za vhodných podmínek.

V kalkulaci spotřeby Nh pro zpracování porostů s daným těžebním předpisem byly mezi sebou orientačně porovnávány dvě technologie těžby, a to motomanuální těžba a harvesterová technologie. Kalkulace byla provedena dle osobního uvážení a není nikterak závazná. Spotřeba Nh pro zpracování vybraných porostů se může značně lišit a může být zkreslena. Protože je ovlivňována mnoha faktory, mezi které jsou řazeny průměrná hmotnatost zpracovávaných porostů, vzdálenost pro soustředování, terénní podmínky (sklon a únosnost půdy), volba metody těžby při motomanuální těžbě, počty vyráběných sortimentů. Čím je také ovlivňována spotřeba Nh pro zpracování porostů jsou zkušenosti, pracovitost, zapracovanost a přístup pracovníků k práci. Délka času na zpracování porostů je ovlivňována aktuálními klimatickými podmínkami (sníh, mráz, déšť), a to hlavně při volbě motomanuální těžby, které mohou spotřebu Nh výrazně zvýšit. U harvesterové technologie může být spotřeba Nh zvýšena v případě náhlé poruchy stroje a následné opravy, z důvodu ztížené přehlednosti pracoviště, a to hlavně v probírkových těžbách. Kalkulace ceny motomanuální těžby a harvesterové technologie se odvíjí od skutečných zakázek, proto jsou pouze orientační a mohou se značně lišit od skutečnosti. Kalkulace ceny je ovlivňována průměrnou hmotnatostí, přibližovací vzdáleností, aktuálními klimatickými podmínkami, a charakterem terénu.

Při rozhodování o nasazení jakémkoli druhu těžby, ať už motomanuální technologii těžby nebo harvesterové technologii těžby, je nutné vždy zohlednit mnoho faktorů, kterými jsou tyto druhy technologií těžby ovlivňovány. Je nutné mít při tak důležitém rozhodování o nasazování HT a motomanuální těžby patřičné znalosti a cenné zkušenosti.

Doporučení pro praxi

Pokud by byly vhodné porosty pro nasazení HT, zpracovány právě touto technologií, cena těžby HT by byla sice vyšší, než při provedení motomanuální těžbou, ale došlo by k výraznému snížení spotřeby N_h , byl by využit kontinuální sériový pracovní postup. Porosty by byly zpracovány efektivně, s maximálním zpeněžením vyrobených sortimentů. Vyvážené dříví vyvážecím traktorem není znečištěné, a nedochází k lámání dříví při vyvážení, což může mít vliv na cenu dříví při prodeji. Na pracovišti při nasazení HT je vyšší bezpečnost práce. Harvesterovou technologií mohou být zpracovány porosty, které se nacházejí v terénech s vyšší svahovou dostupností. Při uvažování o nasazení HT do vhodných porostů je nutné provést venkovní šetření a přihlídnout k aktuálním klimatickým podmínkám a dbát na to, aby takto plně mechanizovaná technologie těžby, byla využívána šetrně k lesním porostům (tzn. aby nebyly působeny nepřiměřené škody na lesních porostech), efektivně a hospodárně.

7. Závěr

Tato diplomová práce se zabývá nasazováním harvestorových technologií a motomanuálních technologií do těžby porostů na majetku LHC LDO Příbyslav. V roce 2014 byl zjištěn podíl harvestorových technologií na celkové těžbě v ČR 29 %, motomanuální těžba se podílí na celkové těžbě v ČR 75 %. V práci je charakterizována motomanuální těžba a prostředky k jejímu provedení a dále také faktory, které ovlivňují její nasazení. Dále je charakterizována harvestorová technologie, kde jsou popsány jednotlivé konstrukční prvky harvestoru, vyvážecího traktoru a soupravy a jejich rozdělení do výkonových tříd. Problematika nasazování motomanuální těžby a harvestorové technologie je zaměřena na charakteristiku vhodných přírodních podmínek, zejména na terénní charakteristiky z hlediska únosnosti a sklonitosti a na optimální porostní strukturu z hlediska věku a dřeviny. V práci je charakterizován majetek Lesního družstva obcí Příbyslav z hlediska přírodních podmínek a současného obhospodařování.

Na základě provedené selekce byl zjištěn podíl vhodných porostů pro potencionální nasazení HT na ploše 16 %. Z hlediska těžebního předpisu, který je stanoven na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016 zaujímají vhodné porosty 40 %. Z hlediska motomanuální technologie těžby byl zjištěn podíl potencionální vhodných porostů na ploše 65 % a dle těžebního předpisu stanoveného na první a druhé čtvrtletí pro rok 2016 zaujímají vhodné porosty 57 %. Zadávaná kritéria, jako edafická kategorie, minimální věk a minimální zastoupení jehličnanů, měla největší vliv na vyřazení vhodných porostů pro nasazení harvestorové technologie.

V zájmovém území převládá terénní typ 11, zaujímá plochu 66,5 %, na které byla zjištěna zásoba porostů 1 343 141 m³.

Vhodné porosty pro nasazení HT byly rozčleněny dle typu podvozku. Za převažující, je považován kolový podvozek, který je využitelný na 99 % plochy. Vhodným porostům byla dále přiřazena vhodná harvestorové hlavice. Bylo zjištěno, z hlediska těžebního předpisu, že největší uplatnění 81 % má harvestorové hlavice s maximálním úřezem do 50 cm. K jednotlivým kombinacím, byly vytvořeny a navrhnuty harvestorové uzly.

Podle stanovených kritérií, která byla použita při selekci, bylo na jejich základě v terénu posouzeno 10 porostů, které jsou popsány a stručně charakterizovány, zda odpovídají zvoleným kritériím pro nasazení harvestorové technologie. Porosty, které byly označeny

za nevhodné pro nasazení HT, se buď nacházely na vodou ovlivněných stanovištích nebo zastoupení jehličnatých dřevin bylo menší než 60 %.

Na základě porovnávání kombinací motomanuální těžby a harvesterové technologie bylo zjištěno, že zpracování porostu HT bude urychleno o 70-78 %. Pro zpracování porostů, ve kterých byl stanoven těžební předpis, byla stanovena spotřeba Nh pro motomanuální technologii těžby 6 082,02 Nh a celková cena těžby a soustředování dříví 2 160 195 Kč. Při porovnání zpracování vhodných porostů HT nebo motomanuální těžbou, bylo zjištěno, že při využití HT bude těžba urychlena o 78 %, což závisí na použité technologii, na objemu středního kmene, na přibližovací vzdálenosti a sklonu terénu. Orientálním porovnáním cen těžby bylo zjištěno, že zpracování vhodných porostů harvesterovou technologií bude oproti motomanuální těžbě o 5,7 % dražší. Pro porosty, které jsou nevhodné pro nasazení HT, byla vypočítána spotřeba Nh na těžbu a soustředování dříví na 4 041,3 Nh a celková cena těžby a soustředování dříví byla stanovena na 1 333 013 Kč.

8. Summary

This diploma work deals with the use of harvesting technology and moto-manual technology for mining crops at the LHC property of the Forest Cooperative of the Přebyslav municipality. In 2014, the proportion of harvesting technology for the overall mining in the Czech Republic was 29%. Moto-manual mining contributes to 75% of the overall mining in the Czech Republic. This work characterizes moto-manual mining and means for conducting it. It also includes factors, which influence its use. This work further characterizes harvesting technology, where individual construction elements of the harvester, balanced tractor and ensembles and their separation into performance classes, are described. The issue of using moto-manual mining and harvesting technology is focused on the characteristic of suitable natural conditions, especially on the terrain characteristics from the point of view of load bearing, incline and optimal crop structure from the point of view of age and wood. The work characterizes the property of the Forest Cooperative of the Přebyslav municipality from the point of view of natural conditions and the current management.

Based on the selection made, the proportion of suitable crops for the potential use of harvest technology on the area is 16%. From the point of view of the mining regulation, which is defined at the first and second quarter of 2016, suitable crops made up 40%. From the point of view of the moto-manual technology of the mining, the proportion of potentially suitable crops on the area was 65% and according to the mining regulation defined at the first and second quarter of 2016, suitable crops made up 57%. The assigned criteria, such as the edaphic category, minimum age and minimum representation of conifers, had the greatest influence on eliminating suitable crops for using harvesting technology.

Type 11 terrain is predominant in the area of interest, which covers an area of 66.5%, on which the crop supply was found on 1 343 141m³.

Suitable crops for the use of harvesting technology were classified according to the type of chassis. The wheeled chassis is considered as predominant, which is used on 99 % of the area. A suitable harvesting head was also assigned to the suitable crops. From the point of view of the mining regulation, it was discovered that the harvesting head with a maximum cut of up to 50cm is most useful (81%). Harvester nodes were created and proposed for individual combinations.

According to the defined criteria, which were used during selection, 10 crops were assessed in the terrain based on this. These crops are described and briefly characterized to see whether they correspond to the selected criteria for using harvesting technology. Crops, which were identified as unsuitable for the use of harvesting technology, were either found on water influenced by worksites or the representation of coniferous wood was less than 60 %.

Based on comparing the combination of moto-manual mining and harvesting technology, it was discovered that processing the crops by harvesting technology will be accelerated by 70%-78%. For processing crops, in which a mining regulation was defined, the consumption of Nh for moto-manual mining was defined at 6 082.02Nh and the overall price of the mining and skidding was CZK 2 160 195. When comparing the processing of suitable crops by harvesting technology or by moto-manual mining, it was discovered that when using harvesting technology, mining will be accelerated by 78%, which depends on the technology used, on the volume of the middle log, on the approach distance and on the incline of the terrain. By means of approximate price comparison of mining, it was discovered that the processing of suitable crops by harvesting technology will be 5.7% more expensive compared to moto-manual mining. For crops, where using harvesting technology is not suitable, the consumption of Nh for mining and skidding was calculated at 4 041.3Nh and the overall price of mining and skidding was set at CZK 1 333 013.

9. Seznam literatury

BARTOŠ, F., 2010. Návrh využití harvestorové technologie v podmínkách ŠP Valšovice. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta v Brně. 70 s.

BARTOŠ, L., 2009. Možnosti využití harvestorových technologií těžby dříví na základě analýzy rozhodujících faktorů. Disertační práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně. Lesnická a dřevařská fakulta. 151 s.

BRANDEJS, J., 2006. Posouzení možnosti využití harvestorové technologie lesní těžby na vybrané části LHC Colloredo Opočno. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta. 64 s.

FLEISCHER, M., 2004. Die Geschichte der Motorsäge. Forstfachverlag. 173 s. ISBN 3-9805121-1-8.

GEBAUER, R., a kol., 2010. Vybrané faktory užití těžebně dopravních strojů. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 77 s. ISBN 978-80-7375-461-7.

HONSA, J., 2007. Rozbor harvestorových technologií lesní těžby na LS Jeseník LČR s. p. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta. 61 s.

KOL. AUTORŮ, 2005. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Praha: MZe. 108 s. ISBN 80-7084-451-5.

KOL. AUTORŮ, 2006. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Praha: MZe. 135 s. ISBN 80-7084-550-3.

KOL. AUTORŮ, 2007. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Praha: MZe. 128 s. ISBN 978-7084-635-3.

KOL. AUTORŮ, 2008. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Praha: MZe. 98 s. ISBN 978-7084-733-6.

KOL. AUTORŮ, 2009. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Praha: MZe. 103 s. ISBN 978-7084-813-8.

- KOL. AUTORŮ, 2009. Textová část LHP LHC LDO Příbyslav. Platnost 1. 1. 2009-31.12. 2018. Lesprojekt Brno, a. s. 136 s.
- KOL. AUTORŮ, 2010. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Praha: MZe. 113 s. ISBN 978-80-7084-941-5.
- KOL. AUTORŮ, 2011. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Praha: MZe. 128 s. ISBN 978-80-7084-995-8.
- KOL. AUTORŮ, 2012. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Praha: MZe. 136 s. ISBN 978-80-7434-063-5.
- KOL. AUTORŮ, 2013. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Praha: MZe. 132 s. ISBN 978-80-7434-112-0.
- KOL. AUTORŮ, 2014. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Praha: MZe. 134 s. ISBN 978-80-7434-153-3.
- LAŠTŮVKA, J., 2010. Posouzení vhodnosti použití harvesterové technologie lesní těžby v lesích města Lúže. Bakalářská práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta. 58.
- NERUDA, J., a kol., 2013. Harvesterové technologie lesní těžby. 1. vyd. V Brně: Mendelova univerzita. 165 s. ISBN 978-80-7375-842-4.
- NERUDA, J., a kol., 2013. Technika a technologie v lesnictví. Díl první. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 364 s. ISBN 978-80-7375-839-4.
- NERUDA, J., a kol., 2013. Technika a technologie v lesnictví. Díl druhý. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-840-0.
- SIMANOV, V., KOHOUT, V., 2004. Těžba a doprava dříví. Písek: Matice lesnická. 411 s. ISBN 80-86271-14-5.
- SKOUPÝ, A., a kol., 2011. Multikriteriální hodnocení technologií pro soustředování dříví. První vydání. Lesnická práce. 211 s. ISBN 978-80-7458-016-1.
- ULRICH, R., a kol., 2006. Harvesterové technologie a jejich optimální užití v praxi. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 73 s. ISBN 80-7375-012-0.

ULRICH, R., a kol., 2014. Metodika využití těžebně dopravních strojů John Deere. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 80, [12] s. ISBN 978-80-7375-946-9.

DENIK.CZ [online] citováno 3. 4. 2016. Dostupné na:

<<http://www.denik.cz/ekonomika/vysoke-ceny-energii-zenou-lidi-krast-drivi-na-topeni-do-lesu-20131119.html>>

FORESTMERI.CZ [online] citováno 3. 4. 2016. Dostupné na:

<<http://www.forestmeri.cz/ln-pro-ukt-valtra/>>

FLD.CZU.CZ [online] citováno 3. 4. 2016. Dostupné na:

<<https://www.google.cz/?ion=1&espv=2#q=v%C3%BDkonov%C3%A9+normy+v+lesn%C3%ADm+hospod%C3%A1%C5%99stv%C3%AD&start=10>>

JULIE.RAJCE.IDNES.CZ [online] citováno 3. 4. 2016. Dostupné na:

<http://julie.rajce.idnes.cz/Prace_v_lese/#11_...vzdy_vyhraje_kun.jpg>

KRHOVA.CZ [online] citováno 3. 4. 2016. Dostupné na:

<<http://www.krhova.cz/prilohy/priloha-c.-1-cenik-praci-v-lesich-obce-krhova.pdf.pdf>>

MERIMEX.CZ [online] citováno 3. 4. 2016. Dostupné na:

<<http://www.merimex.cz/produkty/john-deere/harvestory/>>

VALTRA.CZ [online] citováno 1. 4. 2016. Dostupné na:

<http://www.valtra.cz/?page_id=252>

VNHU.FORESTOFFICE.EU [online] citováno 1. 4. 2016. Dostupné na:

<<http://vnhu.forestoffice.eu/>>

