

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Lesnická a dřevařská fakulta**  
Ústav lesnické a dřevařské techniky

**POSOUZENÍ VHODNOSTI POUŽITÍ  
HARVESTOROVÉ TECHNOLOGIE LESNÍ TĚŽBY  
NA ŠLP KŘTINY**

Diplomová práce

**2014/2015**

**Bc. Jan Sysel**

## **Zadání diplomové práce**

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem práci: **Posouzení vhodnosti použití harvesterové technologie lesní těžby na ŠLP Křtiny** zpracoval 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 vědom, 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 nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne: 7. 4. 2015

Bc. Jan Sysel

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval především mému vedoucímu diplomové práce, prof. Ing. J. Nerudovi, CSc., za veškerou pomoc a cenné rady při zpracování této diplomové práce. Velké díky patří také lidem, které jsem zde neuvedl a bez kterých by byla tato práce obtížně realizovatelná.

## **Abstrakt**

**Jméno:** Bc. Jan Sysel

**Název:** Posouzení vhodnosti použití harvestorové technologie lesní těžby na ŠLP Křtiny.

Tato diplomová práce je zaměřena na posouzení vhodnosti nasazení harvestorové technologie v podmínkách ŠLP Křtiny. Práce je vztažena na celkovou charakteristiku harvestorových technologií z hlediska technických řešení, ale i na vymezení kritérií vhodných přírodních podmínek, pro co nejšetrnější nasazení. Poznatky získané tímto šetřením jsou aplikovány na lesní porosty daného majetku, pro zjištění potencionální možnosti nasazení HT. Kritéria pro stanovení vhodnosti porostu byla terénní typ, edafická kategorie, minimální zastoupení jehličnanů a věk. Pro porosty jsou dále přiřazeny vhodné typy podvozků harvestorů a vhodné harvestorové hlavice z hlediska jejich úřezu. V práci je dále zpracován návrh optimálních harvestorových uzlů, porovnání potřeby času pro zpracování daného objemu těžby mezi klasickými a harvestorovými technologiemi. Na základě zjištěných poznatků bylo zpracováno doporučení pro provozní praxi.

**Klíčová slova:** harvestorové technologie, harvestor, těžba, jehličnany, terénní typ, podvozek

## **Abstract**

**Name:** Bc. Jan Sysel

**Title:** Assessment of suitability of harvester technology using for forest logging at TFE Křtiny.

This thesis is focused on assessing the suitability of using harvesting technology in conditions of Training Forest Enterprise Masaryk Forest Křtiny (TFE). The work is related to the overall characteristics of harvester technologies in terms of technical solutions, but also to establish criteria of suitable natural conditions for the most thrifty deployment. The findings obtained in this investigation are applied to the forests of the property to discover the potential using options of harvester technologies. Criteria to determine the suitability of the forest stand were: type of terrain, edaphic category, minimum representation of conifers and age of stand. For forest stands there are assigned the appropriate types of harvester chassis and harvester heads which are suitable for their cutting. In the thesis there are further processed optimal harvester nodes, a comparing of the time consumption to processing of the volume of logging by classical logging technologies and harvester technologies. Based on the findings there was elaborated a recommendation for operating practices.

**Keywords:** harvesting technology, harvester, logging, conifers, type of terrain, chassis

## Seznam použitých zkratk

**BK** – buk lesní (*Fagus sylvatica*)

**BO** – borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

**DB** – dub (*Quercus* sp.)

**HT** – harvestorová technologie

**HZ** – hospodářský způsob

**JPRL** – jednotka prostorového  
rozdělení lesa

**JV** – jihovýchod

**LDF** – lesnická a dřevařská fakulta

**LDS** – lesní dopravní síť

**LH** – lesní hospodářství

**LHC** – lesní hospodářský celek

**LHP** – lesní hospodářský plán

**OM** – lokalita odvozní místo

**P** – lokalita pařez

**PLO** – přírodní lesní oblast

**RMŘP** – ruční motorová řetězová pila

**SLT** – soubor lesních typů

**SM** – smrk ztepilý (*Picea abies*)

**SRN** – Spolková republika Německo

**SZ** – severozápad

**ŠLP** – školní lesní podnik

**TDS** – těžebně-dopravní stroje

**THP** – techniko-hospodářský pracovník

**TO** – těžba obnovní

**TUH** – trvale udržitelné hospodaření

**TV** – těžba výchovná

**Z** – západ

## Seznam tabulek

Tab. 1: Průměrný stav harvestorů a vyvážecích traktorů.....	18
Tab. 2: Počet harvestorů v evropských zemích v roce 2002. ....	19
Tab. 3: Harvestory podle velikosti a roku výroby k 31. 12. 2013. ....	20
Tab. 4: Počet vyvážecích traktorů a vyvážecích traktorových souprav.....	21
Tab. 5: Těžba dříví v ČR dle technologií (mil. m <sup>3</sup> ). ....	22
Tab. 6: Orientační členění kolových harvestorů do výkonových tříd.....	28
Tab. 7: Orientační členění vyvážecích traktorů do výkonových tříd.....	31
Tab. 8: Orientační členění vyvážecích traktorů do výkonových tříd.....	33
Tab. 9: Terénní klasifikace dle Lesprojektu. ....	33
Tab. 10: Terénní klasifikace dle Lesprojektu. ....	34
Tab. 11: Charakteristika členitosti terénů pro nasazení HT.....	34
Tab. 12: Orientační členění edafických kategorií podle únosnosti.....	35
Tab. 13: Závislost mezi průměrem pařezu (úřez hlavice), výčetní tloušťkou a objemem středního kmene. ....	37
Tab. 14: Současné zastoupení těžebních technologií v ČR (tis. m <sup>3</sup> ). ....	48
Tab. 15: Vhodné terénní typy. ....	52
Tab. 16: Barevné rozdělení porostů dle vhodnosti. ....	53
Tab. 17: Kombinace výsledků. ....	54
Tab. 18: Přiřazení vhodného podvozku k TT. ....	55
Tab. 19: Koeficienty pro přepočet z $d_{1/3}$ na $d_0$ (cm). ....	55
Tab. 20: Přiřazení harvestorové hlavice dle průměru v místě pařezu.....	55
Tab. 21: Zastoupení jednotlivých PLO (ha). ....	64
Tab. 22: Zastoupení jednotlivých LVS (ha). ....	64
Tab. 23: Zastoupení cílových hospodářských souborů.....	66
Tab. 24: Plochy zastoupených kategorií lesů.....	67
Tab. 25: Plošné zastoupení dřevin v členění dle lesa pasečného a výběrného. ....	67
Tab. 26: Zastoupení jednotlivých transportních segmentů s jejich modelovými hustotami.....	68
Tab. 27: Současně využívané těžební technologie – ŠLP Křtiny. ....	70
Tab. 28: Celkový objem těžeb ŠLP Křtiny od roku 2011 do 2014. ....	70
Tab. 29: Rozdělení Max. celkové výše těžeb a min. rozsahu výchovy do 40 let dle jednotlivých polesí. ....	71



Tab. 30: Celková max. výše těžeb pro LHC od 1. 1. 2013 do 31. 12. 2022.....	71
Tab. 31: Sumarizace porostů dle stanovených kritérií.....	72
Tab. 32: Objem těžeb a plocha porostů dle vhodnosti.....	73
Tab. 33: Sumy porostů dle terénních typů.....	76
Tab. 34: Rozložení plánované těžby dle hmotnosti.....	78
Tab. 35: Charakteristika vhodných porostů rozčleněných dle typu podvozku.....	79
Tab. 36: Charakteristika vhodných porostů z hlediska úřezu harvesterové hlavice.....	81
Tab. 37: Sumarizace vhodných porostů dle typu podvozku a úřezu harvesterové hlavice. .....	83
Tab. 38: Posuzovaný porost 178 A 11.....	87
Tab. 39: Posuzovaný porost 177 B 9.....	88
Tab. 40: Plánovaná těžba dle průměrné hmotnosti.....	89
Tab. 41: Probírkové harvesterové uzly.....	90
Tab. 42: Střední kategorie, probírkové a mýtní harvesterové uzly.....	91
Tab. 43: Harvesterové uzly pro mýtní těžbu.....	92
Tab. 44: Zjištěná výše těžeb pro jednotlivé kombinace harvesterových uzlů dle podvozku a vhodného úřezu.....	94
Tab. 45: Porovnávané technologie.....	95
Tab. 46: Orientační porovnání vybraných technologií těžby.....	96
Tab. 47: Porovnání orientační kalkulace celkové těžby.....	97
Tab. 48: Orientační porovnání kalkulace cen.....	98
Tab. 49: Výsledné možnosti uplatnění HT.....	105
Tab. 50: Vhodné porosty dle typu podvozku a úřezu harvesterové hlavice.....	106
Tab. 51: Ukázka zpracovaných porostů.....	114

## Seznam obrázků

Obr. 1: Podíl mechanizované těžby v roce 2009. ....	23
Obr. 2: Potencionál mechanizované těžby v některých státech Evropy v (mil. m <sup>3</sup> ).....	23
Obr. 3: Kolopásky firmy Olofsfors, model ECO – Trac. ....	27
Obr. 4: Harvestor jednofázový (vlevo) a harvestor dvoufázový. ....	27
Obr. 5: Harvestorová hlavice při zpracovávání kmene BO. ....	29
Obr. 6: Vyvážecí traktor John Deere 1510 E. ....	31
Obr. 7: Vyvážecí souprava.....	32
Obr. 8: Výkonnost HT v závislosti na druhu dřeviny.....	36
Obr. 9: Schéma zpřístupnění porostu: pro soustředování dříví vlečením traktory (vlevo), pro soustředování vyvážecími traktory (vpravo). ....	39
Obr. 10: Jakostní třídění dříví – příklad rozčlenění částí kmene do jednotlivých sortimentů. ....	47
Obr. 11: Postup zanášení jednotlivých kritérií.....	51
Obr. 12: Plošné zastoupení LVS.....	65
Obr. 13: Zastoupení cílových hospodářských souborů.....	66
Obr. 14: Zastoupení transportních segmentů LDS. ....	69
Obr. 15: Celkový objem ročních těžeb dle jednotlivých let. ....	70
Obr. 16: Rozdělení decenálního etátu dle jednotlivých polesí pro stávající LHP.....	71
Obr. 17: Znázornění plánované TO a TV dle stanovených kritérií. ....	72
Obr. 18: Plochy porostů dle vhodnosti na základě stanovených kritérií. ....	73
Obr. 19: Objemy plánovaných těžeb dle vhodnosti.....	74
Obr. 20: Zastoupení jednotlivých kategorií dle plochy porostů. ....	74
Obr. 21: Zastoupení celkové plánované těžby dle vhodnosti porostů. ....	75
Obr. 22: Plošné zastoupení vhodných TT.....	76
Obr. 23: Znázornění podílu předepsaných těžeb dle jednotlivých TT. ....	77
Obr. 24: Rozložení plánované těžby dle hmotnosti. ....	78
Obr. 25: Zásoba a výše těžeb v porostech dle typu podvozku.....	79
Obr. 26: Rozložení plochy vhodných porostů dle typu podvozku. ....	80
Obr. 27: Rozložení objemů plánované těžby dle typu podvozku. ....	80
Obr. 28: Zásoba a výše těžeb vhodných porostů dle úřezu harvestorových hlavic. ....	81
Obr. 29: Rozložení plochy vhodných porostů dle úřezu harvestorových hlavic. ....	82
Obr. 30: Rozložení plánovaných těžeb dle úřezu harvestorových hlavic.....	82

Obr. 31: Zásoba a výše těžeb ve vhodných porostech dle optimálního typu podvozku a úřezu.....	84
Obr. 32: Rozložení výsledných kombinací dle plochy vhodných porostů. ....	85
Obr. 33: Rozložení výsledných kombinací dle uplatnění na plánované těžbě. ....	85
Obr. 34: Orientační porovnání vybraných technologií těžby. ....	96
Obr. 35: Plošné rozmístění LHC ŠLP Křtiny. ....	113

## Obsah

1 ÚVOD .....	15
2. CÍL PRÁCE .....	17
3. MATERIÁL.....	18
3.1 Současný stav HT lesní těžby v ČR a v zahraničí .....	18
3.2 Základní rozlišení TDS .....	23
3.3 Charakteristika základních konstrukčních parametrů současných HT .....	25
3.3.1 Harvestory.....	25
3.3.2 Vyvážecí traktory.....	30
3.4 Faktory ovlivňující nasazení HT.....	32
3.4.1 Kritéria výběru vhodných porostů pro HT .....	32
3.4.2 Technologická příprava pracoviště.....	37
3.4.3 Lesní dopravní síť .....	39
3.4.4 Kvalifikace operátora.....	41
3.4.5 Plánování nasazení HT .....	42
3.5 Vliv mechanizačních prostředků na lesní porost .....	43
3.5.1 Poškození stojících stromů .....	43
3.5.2 Poškození lesní půdy .....	44
3.5.3 Základní asanační opatření .....	46
3.6 Sortimentní těžební metoda .....	46
4. METODIKA .....	49
4.1 Zdroje dat.....	49
4.2 Charakteristika LHC ŠLP Masarykův les Křtiny .....	49
4.3 Stanovení a vymezení kritérií pro třídění porostů v daných podmínkách .....	50
4.3.1 Terénní typ a edafická kategorie.....	51
4.3.2 Minimální zastoupení jehličnanů.....	52
4.3.3 Hospodářský způsob .....	52

4.3.4 Minimální věk.....	53
4.4 Rozdělení porostů dle vhodnosti.....	53
4.5 Stanovení kritérií harvestorů.....	54
4.5.1 Typ podvozku .....	54
4.5.2 Úřez harvestorové hlavice .....	55
4.6 Posouzení možnosti využití HT v terénu.....	56
4.7 Návrh optimálních kombinací harvestorových uzlů.....	56
4.8 Kalkulace potřeby času – porovnání HT a klasických technologií .....	57
4.9 Doporučení pro provozní praxi.....	58
5. VÝSLEDKY .....	59
5.1 Charakteristika LHC ŠLP Masarykův les Křtiny .....	59
5.1.1 Přírodní podmínky .....	60
5.1.2 Přírodní lesní oblasti .....	64
5.1.3 Lesní vegetační stupně.....	64
5.1.4 Ekologické certifikáty .....	65
5.1.5 Cílové hospodářské soubory .....	65
5.1.6 Kategorizace lesů .....	67
5.1.7 Zpřístupnění lesa.....	68
5.1.8 Současné těžební technologie využívané na ŠLP Křtiny.....	69
5.2 Sumarizace porostů dle stanovených kritérií .....	72
5.2.1 Všeobecné charakteristiky dle třídění porostů.....	72
5.2.2 Rozdělení porostů dle vhodnosti.....	73
5.2.3 Sumarizace vhodných porostů pro nasazení HT.....	75
5.2.4 Výsledky dle přiřazených podvozků a dle úřezu harvestorové hlavice.....	79
5.2.5 Výsledná kombinace vhodných podvozků a úřezu harvestorových hlavic ...	83
5.3 Posouzení možnosti využití HT v terénu .....	86
5.4 Návrh optimálních kombinací harvestorových uzlů.....	89

5.5 Kalkulace potřeby času – porovnání HT a klasických technologií .....	95
6. DISKUSE A DOPORUČENÍ PRO PROVOZNÍ PRAXI.....	99
7. ZÁVĚR .....	105
8. SUMMARY.....	107
9. POUŽITÁ LITERATURA .....	109
10. PŘÍLOHY .....	113

## 1 ÚVOD

Vývoj technologií je nezbytný ve všech oborech lidských činností a to platí i o lesnictví, které si prošlo bohatou historií. Dlouhá staletí byla základním znakem lesního hospodářství lidská či animální práce. Postupným vývojem se dostalo odvětví lesního hospodářství až k plně mechanizovaným technologiím, které jsou uplatňovány nejen v podmínkách ČR stále větší měrou.

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. Většina těchto požadavků byla v průběhu vývoje HT lesní těžby a soustřeďování dříví technicky vyřešena a přizpůsobena požadavkům lesnické praxe. Byly vyvinuty stroje vyhovující nejen mýtním těžbám, ale také stroje schopné provádět předmýtní výchovné zásahy bez nadměrného poškozování porostů, podrostu a lesní půdy. Práci těchto strojů nejvíce omezují ztížené pracovní podmínky, ke kterým patří svažité, členitý, málo únosný terén s překážkami a druhová skladba porostu, která by měla obsahovat převážně jehličnaté dřeviny (Honsa, 2007).

Klasické metody těžby dříví pomocí RMŘP a úvazkového soustřeďování zůstanou jistě zachovány, avšak vývoj moderních HT stále zvyšuje míru dostupnosti i méně vhodných stanovišť, především z hlediska sklonu svahu. Jistým omezením rozvoje harvesterových technologií je stále konzervativní přístup některých lesníků.

Nezbytnou podmínkou pro bezeškodné nasazování HT je zodpovědný přístup THP s kladením důrazu na kvalifikovanou přípravu pracoviště a propracování celého technologického postupu s profesionálním přístupem všech zúčastněných. Výsledkem dodržování těchto předpokladů je kvalitní těžební zásah.

Základní přínos HT lesní těžby spočívá v optimalizaci výroby sortimentů dříví dle předem určených parametrů, a to právě v okamžiku, kdy dojde k prvnímu kontaktu harvestoru s těžným stromem, přičemž je minimalizována potřeba 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 takřka okamžitě sdělit obsluze těžebních strojů, čímž se omezí potřeba skladování a inventarizace již vyrobeného dříví (Ulrich a kol., 2014).

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 (Brandejs, 2006).

Problematikou nastíněnou v této kapitole se bude dále zabývat tato diplomová práce a jednotlivé cíle jsou uvedeny v kapitole 2. Cíl práce.



## 2. CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je posouzení vhodnosti využití HT lesní těžby v podmínkách ŠLP Křtiny. Na základě studie limitujících faktorů pro použití HT, vytvořit kritéria pro třídění porostů. Pro splnění stanovených cílů bude práce rozdělena do menších kapitol, které mají následující cíle:

- Charakteristika současného stavu HT v tuzemsku a zahraničí.
- Analýza vlastností a parametrů HT.
- Charakteristika LHC ŠLP Křtiny a rozbor přírodních podmínek.
- Stanovení kritérií pro filtraci lesních porostů.
- Zhodnocení použitelnosti vytvořených podkladů pro provozní praxi.
- Návrh optimálních harvestorových uzlů.
- Porovnání nákladů na těžbu a přibližování (vyvážení) mezi klasickými technologiemi a HT.

### 3. MATERIÁL

#### 3.1 Současný stav HT lesní těžby v ČR a v zahraničí

Harvestorové technologie jsou víceúčelové a víceoperační stroje, integrované těžebně-dopravní stroje a technologie, které se stávají v dnešní době při práci v lese samozřejmostí. Nové těžebně-dopravní stroje, dále jen TDS a jimi zabezpečované technologie jsou rychlé, bezpečné, s vysokou produktivitou práce a nízkou pracností, ekologicky a ekonomicky výhodné (Bartoš, 2009). HT mají původ ve skandinávských zemích, především ve Švédsku a Finsku, kde dlouhodobě hrají dominantní roli v lesní těžbě. K většímu rozšíření došlo v rámci střední Evropy v období let 1990 až 1998 (Ulrich a kol., 2014).

Primárním důvodem rozvoje TDS v ČR bylo jejich nasazení na likvidaci imisemi poškozených porostů v oblasti bývalých Severočeských státních lesů. Zde byly nasazeny i první harvestory a vyvážecí traktory (Malík a Dvořák, 2007).

Na výrobě harvestorů se podílely např. firmy ÖSA, Makeri, Lokomo, Kockum, nebo kanadská firma Timberjack (od roku 2006 John Deere), (Bartoš, 2009).

První vrcholné úrovně technického rozvoje bylo dosaženo v roce 1980, kdy mimo jiné pracovalo v českých lesích 211 procesorů a 13 harvestorů. Na vývoj počtu harvestorů a vyvážecích traktorů v tuzemsku do roku 1980 poukazuje tab. 1.

**Tab. 1: Průměrný stav harvestorů a vyvážecích traktorů (Douda, 1986).**

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

Období let 1980 – 1985 bylo obdobím stagnace. Po roce 1985 došlo s výjimkou odvozu dříví k poklesu technizace. Po roce 1990 také poklesly celkové roční těžby následkem restitucí (porosty, které měly být navráceny původním majitelům, byly vyřazeny z těžeb) a vlivem recese ve dřevozpracujícím průmyslu poklesly téměř o 50 %. Takto vzniklá nadkapacita v těžebních činnostech vedla k odchodu kvalifikovaných pracovníků do zahraničí, k výprodeji zachovalých strojů ze země a k prakticky úplnému zastavení nákupu nových strojů. To nakonec ve svých důsledcích vedlo ke snížení kvalifikační úrovně lesních dělníků, k zastarání strojového parku a ke ztrátě kontaktu se

soudobými technologiemi v zahraničí. Cesta pokroku a nových technologií tak byla porušena (Bartoš, 2010).

**Tab. 2: Počet harvestorů v evropských zemích v roce 2002 (Honsa, 2007).**

<b>Počet harvestorů v evropských zemích v roce 2002</b>	
<b>Země</b>	<b>Počet ks</b>
Švédsko	2500
Finsko	1700
SRN	800
Velká Británie	500
Norsko	300
Francie	250
Rakousko	150
Rusko	150
Švýcarsko	80
Estonsko	65
ČR	40
Španělsko	20
Portugalsko	15
Polsko	10
Bělorusko	9
Litva	6

Harvestorové technologie zjednodušují logistiku a přehled v dopravě dříví z lokality P na OM a dále k odběrateli. Díky druhování v porostu, rozřídění sortimentů na OM a lepšímu přehledu umožňuje tato technologie snížení četnosti přejezdů v dopravě dříví a tím snížení hmotnostního zatížení a další devastace již tak dost narušených lesních i státních cest (Bartoš, 2010).

**Současný stav** harvestorů v ČR nejlépe vystihuje tab. 3, která je vztažena k 31. 12. 2013. Tabulka poukazuje na početní stav harvestorů kolových a pásových, uveden je i procesor značky Hypro.

**Tab. 3: Harvestory podle velikosti a roku výroby k 31. 12. 2013 (Kol. autorů, 2014).**

Výrobce	Počet celkem	Z toho dle úřezu hlavice				Z toho dle roku výroby				Podíl na trhu (%)
		do 55 cm	do 62 cm	do 72 cm	do 75 cm	až 1995	1996-1999	2000-2009	2010-2013	
John Deere	185	43	64	61	17	15	31	131	8	45,3
Rottne	88	47	28	0	13	0	3	78	7	21,6
Komatsu	45	14	8	21	2	0	8	35	2	11
Ponsse	40	5	0	9	26	4	5	30	1	9,8
Logset	6	0	4	2	0	0	0	6	0	1,5
HSM	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0,2
Sampo	20	20	0	0	0	0	0	12	8	4,9
Gremo	3	2	1	0	0	0	1	2	0	0,7
SP-Maskiner	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0,5
Caterp./EcoLog	2	1	1	0	0	0	0	2	0	0,5
Nokka	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0,2
Vimek 404	10	10	0	0	0	0	0	5	5	2,5
UTC 10-67	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0,2
Entracon	4	4	0	0	0	0	0	2	2	1
<b>Kolové Celkem</b>	<b>408</b>	<b>151</b>	<b>106</b>	<b>93</b>	<b>58</b>	<b>21</b>	<b>50</b>	<b>303</b>	<b>34</b>	<b>100</b>
Kaiser	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
Menzi Muck	3	3	0	0	0	0	0	3	0	
MHT Linz	19	18	1	0	0	0	5	14	0	
Königs Tiger	1	1	0	0	0	0	0	1	0	
<b>Pásové celkem</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	
Procesor Hypro	3	3	0	0	0	0	0	3	0	

V současné době je v provozu celkem 432 těžebních strojů, z toho 408 kolových harvesterů, přičemž 24 je již na hranici své životnosti. Je známo, že 356 těžebních strojů bylo zakoupeno po r. 2000. Kladným zjištěním je, že 151 kolových harvesterů je vybaveno kácecí hlavicí s úřezem do 55 cm, což dává předpoklady k jejich uplatnění pro práce ve vychovávaných probírkových porostech. Další početnou skupinu se 106 stroji tvoří harvestory s úřezem do 62 cm a větší úřez do 75 cm je zastoupen 58 stroji. Pro svažité a méně únosná podloží jsou využívány harvestory na pásovéch podvozcích v počtu 24 strojů, z nichž 3 stavební stroje Menzi Muck jsou opatřeny kácecí hlavicí Woody. Následující tab. 4 udává početní stav vyvážecích traktorů a vyvážecích souprav dle nosnosti a roku výroby používané v ČR ke dni 31. 12. 2013.

**Tab. 4: Počet vyvážecích traktorů a vyvážecích traktorových souprav (Kol. autorů, 2014).**

Výrobce	Celkem	Dle nosnosti						Z toho dle roku výroby				Podíl na trhu (%)
		do 3 t	do 6 t	do 9 t	do 12 t	do 14 t	do 17 t	1995	1996-2000	2001-2009	2010-2013	
John Deere	230			130	83	15	2	45	56	112	17	46,1
Komatsu	91			31	41	18	1		14	71	6	18,2
Rottne	74			41	20	11	2	3	6	57	8	14,8
Ponsse	54				35	19		1	12	39	2	10,8
Gremo	10			10				1	7	2		2,0
Logset	17				14	3			2	12	3	3,4
Norcar	6			6				6				1,2
Cater/Eco L	3			3						3		0,6
Farmi Trac	1			1				1				0,2
Nokka	1			1				1				0,2
Dasser	2			2				2				0,4
HSM	1			8	2						10	2,0
<b>Velké vyvážecí traktory celkem</b>	<b>499</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>233</b>	<b>195</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>60</b>	<b>97</b>	<b>296</b>	<b>46</b>	<b>100,0</b>
Logbear	2		2						2			0,7
Terri	42	39	3					8	21	9	4	15,0
Vimek	93	70	23							63	30	33,2
Novotný	65		65							47	18	23,2
Entrakon	78		78							58	20	27,9
<b>Malé vyvážecí traktory celkem</b>	<b>280</b>	<b>109</b>	<b>171</b>					<b>8</b>	<b>23</b>	<b>177</b>	<b>72</b>	<b>100,0</b>
<b>Vyvážecí traktory</b>	<b>779</b>	<b>109</b>	<b>171</b>	<b>233</b>	<b>195</b>	<b>66</b>	<b>5</b>	<b>68</b>	<b>120</b>	<b>473</b>	<b>118</b>	
*) UKT + přívěs	97		49	31	13	4				74	23	
***) 4kol +	26	26									26	
<b>Celkem</b>	<b>902</b>	<b>135</b>	<b>220</b>	<b>264</b>	<b>208</b>	<b>70</b>	<b>5</b>	<b>68</b>	<b>120</b>	<b>547</b>	<b>167</b>	

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

Plynulý provoz v těžební činnosti v návaznosti na harvestory, či na klasické technologie lesní těžby pomocí RMŘP zajišťují také vyvážecí traktory (forwardery) v celkovém počtu 779 strojů a 97 vyvážecích traktorových souprav, tažených univerzálním traktorem s taženým poháněným, nebo nepoháněným přívěsem s hydraulickým jeřábem, umístěným na jeho předním okraji. Velké vyvážecí traktory (forwardery) jsou

v ČR na kolovém podvozku v celkovém počtu 499 ks. Jsou začleněny podle nosnosti do 4 tříd. Nejnižší třída do nosnosti 9 tun je zastoupena 233 stroji. Další třída s nosností do 12 tun je zastoupena 195 stroji. Dalších 66 vyvážecích traktorů s nosností 14 t a 5 vyvážecích traktorů s nosností 17 tun je vhodných pro mýtní lesní porosty. Malé vyvážecí traktory v celkovém počtu 280 ks jsou zastoupeny malými vyvážecími traktory s nosností do 3 tun, kam patří značka Terri na kolopásovém podvozku a vyšší třída, také na kolopásovém podvozku, kam patří značka Logbear. Firma Vimek a ostatní značky mají šestikolové podvozky v počtu 171 ks strojů. Osmikolový podvozek je zastoupen firmami Novotný tj. 65 ks a Entrakon tj. 78 ks vyvážecích traktorů, které jsou vyráběny v tuzemsku (Kol. autorů, 2014).

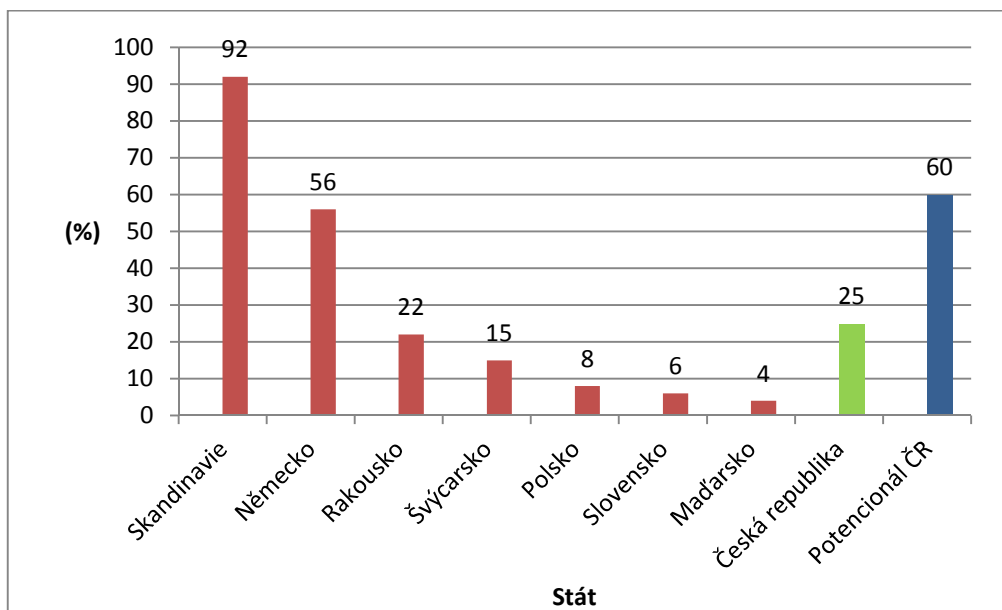
Současný trend spočívá v zajištění ekologické čistoty pracovišť, jejich přehlednosti a správné logistice. Z tohoto důvodu je možné doplnit harvester, vyvážecí traktor i jiný odvozní prostředek napojením GPS do ovládacích počítačů strojů. Mapové podklady lesních porostů jsou zajištěny prostřednictvím digitálního Atlasu lesnických map LČR, s. p. z produkce Grafického datového skladu, ostatní majitelé lesů jsou zajištěni digitálními porostními mapami s ukládací vrstvou a souřadnicemi od Lesprojektu, čímž bude urychleno přenášení dat mezi TDS a jednotlivými lokalitami výroby, včetně následné evidence zpracovaného dříví a hospodářské evidence lesních porostů (Kol. autorů, 2014).

Následující tabulka udává přehled o podílu harvesterových technologií na celkové těžbě dříví v ČR od roku 2004. V posledních letech se HT podílejí na těžbě v rozmezí 4 až 5 mil. m<sup>3</sup> dřeva tj. okolo 30 % celkové těžby dříví v ČR.

**Tab. 5: Těžba dříví v ČR dle technologií (mil. m<sup>3</sup>), (Kol. autorů, 2005 – 2014)**

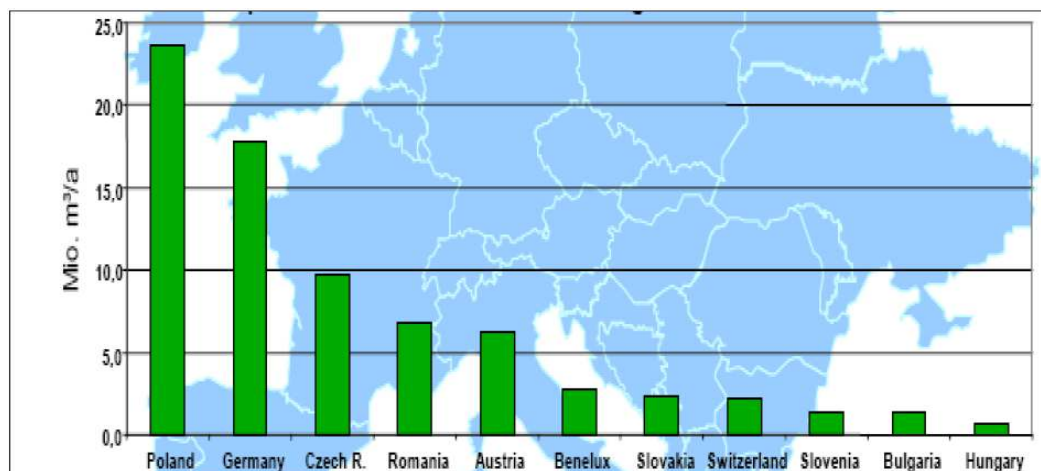
<b>rok</b>	<b>Podíl na těžbě (%)</b>	<b>Těžba HT</b>	<b>Motomanuální těžba</b>	<b>Těžba celkem</b>
2004	15,4	2,249	12,322	14,570
2005	11	1,712	13,798	15,510
2006	23	4,156	13,490	17,678
2007	29	5,434	13,074	18,508
2008	30	4,821	11,125	15,946
2009	25	3,753	11,749	15,502
2010	26	4,290	12,446	16,736
2011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

Podíl mechanizované těžby na těžbě celkové v některých státech Evropy v roce 2009 je znázorněn v následujícím obrázku. V obrázku je také znázorněn pro porovnání i potenciální podíl mechanizované těžby v ČR.



**Obr. 1: Podíl mechanizované těžby v roce 2009 (Vašíček, 2013).**

V následujícím obrázku je přehledně uspořádán potenciál možnosti uplatnění mechanizované těžby v některých evropských zemích.



**Obr. 2: Potenciál mechanizované těžby v některých státech Evropy v (mil. m<sup>3</sup>), (Vašíček, 2013).**

### 3.2 Základní rozlišení TDS

Těžebně dopravní stroje se rozdělují dle řady kritérií:

➤ Počet vykonávaných operací

- Jednooperační stroje
  - Káceče
  - 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), přemisťují (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 forvester – vykonává stejné činnosti jako harvestor ale navíc zpracované dříví sám vyváží

➤ Druh vykonávaných operací

- Stroje pro kácení
- Stroje pro odvětvování
- Stroje pro transport dříví terénem
- Zpracování těžebního odpadu
- Stroje pro štěpkování (drcení, dezintegraci dřeva)



- Stroje víceoperační (Neruda a kol., 2013)

Předchozí zmiňované skupiny TDS mají ve střední Evropě a zejména v ČR různý význam. V podmínkách ČR jsou káčeče v současné době bezvýznamné, procesory jsou využívány omezeně, avšak v sousední SRN jsou velmi rozšířené (Neruda a kol., 2013). Z tohoto důvodu bude v dalších kapitolách práce zaměřena především na problematiku týkající se harvestoru a vyvážecího traktoru popř. vyvážecí soupravy.

### **3.3 Charakteristika základních konstrukčních parametrů současných HT**

#### **3.3.1 Harvestory**

Harvestor je samopojízdný víceoperační stroj, který kácí, odvětňuje, rozřezává a ukládá strom v jednom cyklu. Jednotlivé výřezy zůstávají v porostu v neurovnaných, či urovnaných hraních (Ulrich, 2007). Mezi další funkce současně patří měření a registrace vyrobených výřezů popř. jejich barevné značení. Celkový výrobní cyklus je plně mechanizovaný a částečně automatizovaný. Harvestory a vyvážecí traktory popř. vyvážecí soupravy jsou zpravidla nasazovány v proudovém systému výroby a tvoří tzv. harvestorové uzly (Neruda a kol., 2013). Své uplatnění nachází harvestor jak v těžbách mýtních, tak i při výchovných tj. v těžbách probírkových (Bartoš, 2009).

#### **Třídění a konstrukce harvestorů dle:**

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

#### **Harvestory dle druhu podvozku**

- kolové
- pásové
- kráčivé
- kombinované (Menzi Muck), (Neruda a kol., 2008)

Podvozek víceoperačních strojů se skládá v podstatě ze dvou částí, které jsou spojené zlamovacím kloubem. Vzájemný pohyb se uskutečňuje hydrostatickým systémem a tím se dosahuje i v členitém terénu dobrá říditelnost stroje i stabilita (Neruda a kol., 2010). Ze všech technických řešení se nejvíce vyrábí kolové verze harvestorů. Kolový podvozek je v rámci využití univerzálnější. Může se pohybovat i na takovém podloží,

kde by pásový podvozek mohl působit škody (např. asphalt). Také rychlost kolového podvozku je řádově vyšší, což je důležité pro přesuny z pracoviště na pracoviště (Bartoš, 2009). Harvestor s kolovým podvozkem přejíždí na kratší vzdálenosti (zpravidla do 30 km) po vlastní ose i po veřejných komunikacích, což s pásovými podvozky po zpevněných cestách není možné, neboť pásy by poškodili povrch vozovky (Neruda a kol., 2013). Podle velikostní kategorie je harvestor vybaven dvěma nápravami (čtyři kola), třemi nápravami (šest kol) nebo čtyřmi nápravami (osm kol), (Bartoš, 2009). Kolové harvestory mohou zvládnout podle stavu povrchu terény po spádnici (podélný sklon) do sklonu 25 – 50 %, nad 50 % je nutné opatřit kolové podvozky kolopásky (podmínkou ovšem je, aby podvozky byly opatřeny zdvojenou bogie nápravou), případně harvestor doplnit trakčním navijákem nebo použít stroje s pásovou či kráčivou variantou podvozku. U příčné dostupnosti harvestorů (příčný sklon) činí stabilita kolového harvestoru max. 15 % u čtyřkolových typů a 20 % u šestikolových či osmikolových typů podvozků. Kolové harvestory dovybavené trakčním navijákem mohou s jeho pomocí zvládnout i obousměrný pojezd na svazích kolmo na vrstevnice až k 75 % sklonu (Neruda a kol., 2013).

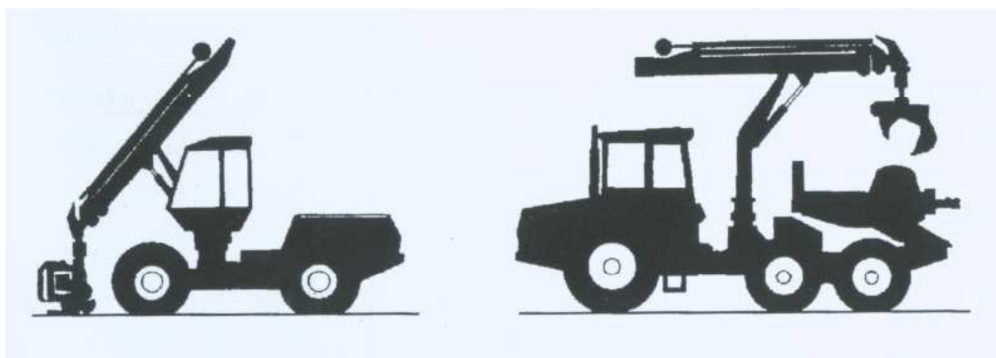
**Trakční navijáky** umožňují nasazení kolového harvestoru, nebo vyvážecího traktoru v obtížném terénu, zejména na svazích s vysokým sklonem cca do 75 %, v případech, kdy trakční síla hnací soupravy stroje přenášená koly na terén není dostačující k pohybu stroje, nebo k jeho zastavení. Trakční naviják zamezuje poškození terénu a kořenů stromů prokluzem kol stroje a zvyšuje bezpečnost práce u takto vybavených prostředků. U harvestoru bývají trakční navijáky montovány na koncové části zadního rámu. U vyvážecích traktorů jsou trakční navijáky montovány taktéž na koncové části zadního rámu, úložiště lana však může být konstrukčně řešeno na boční straně zadního rámu. Tažná síla trakčního navijáku je synchronizována s pojezdem stroje a dle velikosti navijáku může činit až 100 kN. Kapacita lana trakčních navijáků se většinou pohybuje v rozmezí od 250 m do 400 m. Naviják je ovládán buď z kabiny stroje, nebo dálkovým ovládáním mimo stroj (Ulrich a kol., 2014). Jako nevýhoda strojů v případě jejich dlouhodobého nasazení ve vysoké sklonitosti je přelévání olejové lázně do níže položeného místa, čímž dochází ke špatnému mazání některých komponentů a následnému mechanickému poškození (Dvořák a kol., 2012).



**Obr. 3: Kolopásky firmy Olofsfors, model ECO – Trac ([www. merimex.cz](http://www.merimex.cz), 22. 3. 2015).**

#### **Třídění harvestorů dle technologie zpracování stromu**

- harvestory kompaktní, které mají kácecí a odvětvovací zařízení nesené na přední části stroje, což z technologického hlediska znamená, že musejí zajíždět ke každému stromu na dotyk (např. harvestor Makeri).
- harvestory výložníkové, které se dále mohou dělit na harvestory:
  - jednofázové, které mají harvestorovou jednotku (hlavici) jako integrované zařízení, kdy po jeho jediném uchopení stromu následuje jeho pokácení, odvětvení, zkrácení a uložení vedle vyvázací linky.
  - dvoufázové, které mají na konci výložníku (jeřábu) jen kácecí hlavici, procesorovou jednotku nesou na sobě. Kácecí hlavice zároveň slouží také pro vkládání pokáceného stromu do procesorové jednotky (Bartoš, 2009).



**Obr. 4: Harvestor jednofázový (vlevo) a harvestor dvoufázový (Ulrich a kol., 2003).**

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.

### Třídění harvesterů dle základních parametrů

Podle základních technických charakteristik se harvestory člení do jednotlivých výkonových tříd, které jsou přehledně uvedeny v následující tabulce.

**Tab. 6: Orientační členění kolových harvesterů do výkonových tříd (Neruda a kol., 2013).**

Orientační technická data kolových harvesterů	Jednotka	I. malý harvester	II. střední harvester	III. velký harvester
Optimální hmotnost zpracovávaných stromů	m <sup>3</sup>	0,10-0,50	0,40-0,80	0,70-2,00
Průměrná hodinová výkonnost	m <sup>3</sup> /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

**Hydraulický jeřáb** je nedílnou součástí vyráběných harvesterů a slouží k nesení kácecí hlavice a k vykonávání veškerých následných pohybů při zpracování jednotlivých stromů (Bartoš, 2010).

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

Harvestorové hlavice jsou dvojího typu:

- hlavice švédského typu
- hlavice finského typu

Hlavice švédského typu mají robustnější konstrukci a delší základní rám. Pro posuv kmene jsou vybaveny dvěma válci posuvu, které disponují o několik procent větší protahovací silou. Ve srovnání s finským typem harvesterové hlavice mohou zpracovat

strom s nižší tloušťkou. Tento typ hlavic je vhodný zejména pro práci s dlouhými a rovnými stromy s minimálním počtem nerovností (Ulrich a kol., 2006).

Hlavice finského typu mají kompaktnější konstrukci a kratší základní rám. Pro posuv stromu jsou vybaveny čtyřmi válci posuvu. Tento typ hlavic je vhodný pro práci nejen s rovnými, ale i s křivými stromy, díky kratší délce rámu jsou schopny lépe kopírovat povrch křivých stromů. Nižší hmotnost těchto harvestorových hlavic také umožňuje jednodušší manipulaci s hydraulickým jeřábem (Ulrich a kol., 2006).

Kvalita odvětvení je závislá na přítlačném tlaku odvětovacích nožů, na jejich koncovém překrytí a také na ošetření břitů nožů. Při kácení listnáčů nebo překonávání křivosti kmene je možné nože během protahování otevřít. Důležitou funkci při zpracování stromu mají podávací válce a jejich konstrukce (Bartoš, 2009).

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 operátorovi vyvážecího traktoru (Bartoš, 2009).



**Obr. 5: Harvestorová hlavice při zpracovávání kmene BO ([www.merimex.cz](http://www.merimex.cz), 22. 3. 2015).**

### 3.3.2 Vyvážecí traktory

Vyvážecí traktory jsou samopojízdné víceoperační stroje, pro soustředování krátkých sortimentů dříví na odvozní místo. Ve většině případů pracují ve skupině s harvestory a tvoří harvesterové uzly, mohou však být použity i v motomanuálních technologiích lesní těžby. Hlavní využití nacházejí při soustředování krátkých sortimentů do 6 m délky (Neruda a kol., 2013).

Vyvážecí stroje lze rozdělit do dvou základních skupin:

- vyvážecí traktory (forwardery)
- vyvážecí soupravy

Rozdíl mezi těmito dvěma skupinami je v tom, že vyvážecí traktor je jeden stroj skládající se z rámového zlomovacího podvozku opatřeného 4 až 8 koly, případně pásy a vyznačuje se vysokou průchodností terénem a vysokou ložnou kapacitou. Oproti tomuto se vyvážecí souprava skládá z traktoru a přípojného vyvážecího přívěsu opatřeného hydraulickým jeřábem se stabilizačními podpěrami a klanicemi. Vyvážecí přívěs může být dále vybaven pohonem kol, který je ve většině případů zajišťován ocelovým kolem, které se vkládá mezi kola náprav a v případě potřeby se vtlačí do dezénu pneumatik (Bartoš, 2010). Jedná se o tzv. trakční válečky. Toto řešení umožňuje zvýšit trakční schopnosti soupravy a překonat obtížnější úseky jízdní dráhy. Pohon kol přívěsu může být zajištěn také pomocí vývodového hřídele traktoru nebo pomocí hydromotorů v kolech (Neruda a kol., 2013). Základní konstrukce vyvážecího traktoru je přizpůsobena jízdě v terénu a operacím souvisejícím s vyvážením dřeva z porostu (Šajánek, 2007).

Vyvážecí traktor je složen z těchto hlavních částí:

- podvozek
- hydraulický jeřáb s drapákem
- ložná plocha
- kabina

**Ložná plocha**, nebo také nákladový prostor je ohraničen rámem podvozku vyvážecího traktoru, klanicemi upevněnými na rámu a opěrnou mříží. Jednou z hlavních charakteristik vyvážecích traktorů vztahujících se k nákladovému prostoru je užitečná hmotnost. Ta se pohybuje dle typu vyvážecího traktoru nejčastěji od 9 do 18 tun.

Nákladový prostor je kromě délkových rozměrů v mm charakterizován také plochou příčného průřezu v m<sup>2</sup>. Tato plocha se pohybuje od 3,3 do 8,7 m<sup>2</sup> (Ulrich, 2006). Upravovat ložnou plochu je možno i v provozních podmínkách přímo v porostu např. vybavením VLS (Variabilní ložná plocha) – umožňuje stranové rozšíření ložné plochy až o 64 cm, nebo ALS (Aktivní ložná plocha) – jedná se o hydraulicky tlumenou, rozšiřitelnou a sklonitelnou ložnou plochou (Bartoš, 2009).

### Třídění vyvážecích traktorů do výkonových tříd

Podle základních technických charakteristik lze kolové vyvážecí traktory orientačně rozdělit dle následující tabulky do výkonových tříd.

**Tab. 7: 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 hmotnost	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



**Obr. 6: Vyvážecí traktor John Deere 1510 E (www.merimex.cz, 22. 3. 2015).**



**Obr. 7: Vyvážecí souprava (www.stsprachatice.cz, 22. 3. 2015).**

### **3.4 Faktory ovlivňující nasazení HT**

#### **3.4.1 Kritéria výběru vhodných porostů pro HT**

##### **Sklon terénu**

Harvestory a vyvážecí traktory mají konstrukčně danou podélnou i příčnou svahovou dostupnost. Pro oba druhy strojů je mnohem nebezpečnější příčný sklon terénu. Převrácení stroje je 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. Pokud takováto situace nastane, 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 %), přicházejí v úvahu jen pásové a krácející varianty podvozků. Při pojíždění napříč svahem (příčný sklon) je stabilita harvestoru malá a dovoluje max. 10 % sklon (Malík a Dvořák 2007). Svahovou dostupnost lze zvýšit použitím trakčního navijáku. Při jeho využití se svahová dostupnost HT může zvýšit až na 75 % (Ulrich a kol., 2014). Vliv sklonitosti terénu pro nasazení harvesterů je zachycen v následující tab. 8.



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

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

### Členitost terénu

Terénní podmínky ovlivňují možnost nasazení těžké těžební techniky. Za neoptimálnější pro harvestorové technologie je samozřejmě považována terénní skupina A (klasifikace dle Lesprojektu), (Dvořák a Malík, 2007). Při posuzování členitosti terénu je pro nasazení HT důležitá velikost překážek, zejména vyvýšeniny a prohlubně a vzdálenost mezi nimi. Se vzrůstajícím sklonem svahu se vliv překážek stává více výrazným faktorem (Ulrich a kol., 2014). V následující tabulce je uvedena terénní klasifikace dle Lesprojektu (1980).

**Tab. 9: Terénní klasifikace dle Lesprojektu (Neruda a kol., 2013b).**

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	

Mezi další využívané terénní klasifikace patří terénní klasifikace Popelka – Macků – Šimanov (1992), která je uvedena v tab. 10.

**Tab. 10: Terénní klasifikace dle Lesprojektu (Neruda a kol., 2013b).**

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					

Pozn. # ≤ 0,3 m, s rozstupem ≤ 5 m, • ≤ 0,5 m, s rozstupem ≤ 5 m

Tab. 11 obsahuje švédský systém klasifikace terénů vhodných pro nasazení HT v porovnání s českým systémem dle ÚHÚL. K výšce vyvýšenin a hloubce prohlubní jsou přiřazeny možné vzdálenosti mezi nimi.

**Tab. 11: Charakteristika členitosti terénů pro nasazení HT (Ulrich a kol., 2014).**

Třída	Vyvýšeniny (cm)		Prohlubně (cm)	Vzdálenost mezi překážkami (m)		Průjezdnost harvestorem a vyvážčem
	Švédsko	ÚHÚL ČR	Švédsko	Švédsko		
1	0-15	terény bez překážek (UKT do 30 cm, SLKT do 50 cm)	0-20	> 20	jednotlivé	bez snížené rychlosti
2	16-25		21-40	11 – 20	řídké	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

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 (Neruda a kol., 2013b). Při nasazení HT je v tomto případě

rozhodující tlak vyvážecího traktoru, který je nucen po vyvážecích linkách projet několikrát. Z hlediska snížení tlaku na půdu je vhodnější využití 8 kolového provedení vyvážecích traktorů s použitím kolopásů na jednotlivých nápravách. Hodnoty tlaku na půdu u různých modelů vyvážecích traktorů značky John Deere v 6 a 8 kolovém provedení, bez kolopásů a s kolopásky, při jízdě bez nákladu nepřekračuje zadní náprava tlak 50 kPa. S nákladem je tato hranice překročena vždy i za použití kolopásů. Z tohoto důvodu je nejvhodnější nasazovat HT pouze za příznivých podmínek (zámraz, sucho), (Neruda a kol., 2013).

Únosnost půdy je charakterizována terénním typem a edafickou kategorií. Obecně mají velmi dobrou únosnost edafické kategorie charakteristické vyšším obsahem skeletu, který účinně rozkládá tlak prostředku na půdu (J, X, Y, Z, C, N, A, F), (Neruda a kol., 2013).

**Tab. 12: Orientační členění edafických kategorií podle únosnosti (Ulrich a kol., 2006).**

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

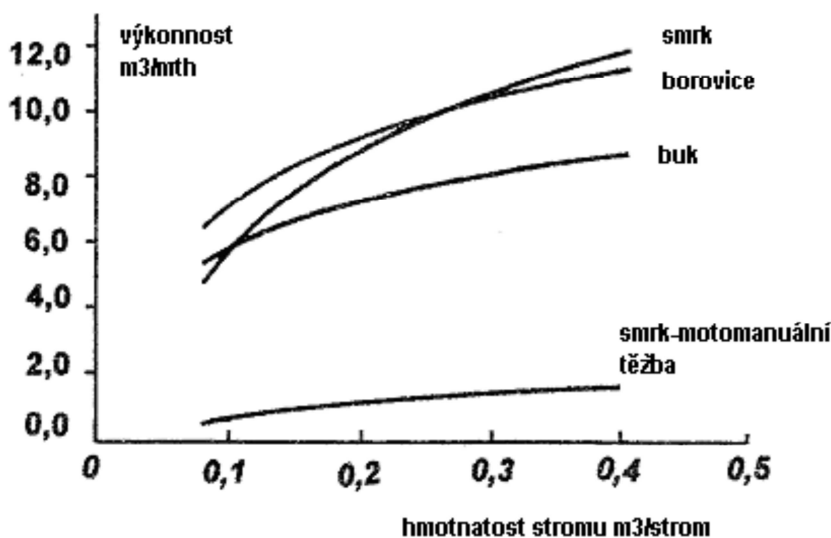
### Těžená dřevina, její věk a dimenze

Věk dřevin má zásadní vliv na počet stromů v porostu a na jejich dimenze. Harvestory se ve většině případů pohybují pouze po linkách, mezi kterými se nachází pracovní pole o šířce cca 20 m. Jsou však známy postupy s větším rozestupem pracovních linek, kdy

se harvester pohybuje uvnitř pracovního pole. 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). Z tohoto důvodu je vždy nutné, aby byla vždy ponechána rezerva volného prostoru po stranách nasazených strojů.

Žádný ze strojů proto nelze použít pro pojezd uvnitř pracovního pole při respektování užitých výchovných modelů. Pokud po zásahu zůstane více než 1450 stromů na 1 ha. Při dodržování výchovných modelů není možné stroje použít uvnitř pracovního pole v porostech mladších 40 let (Neruda a kol., 2013). HT jsou nasazovány především do předmytních úmyslných těžeb nad 40 let a mýtních úmyslných těžeb na základě výkonové třídy stroje. Harvestory lze vzhledem k ekonomické rentabilitě nasazovat v porostech nad věkovou hranicí 35 let (Dvořák a Malík 2007).

Konstrukce harvesterových hlavice je určena převážně pro zpracování rovných, pravidelných kmenů, tedy pro zpracování jehličnatých dřevin. Velmi dobře se zpracovává smrk, hůře již starší borovice, které mají v korunách silné větve (Bartoš, 2009).



**Obr. 8: Výkonnost HT v závislosti na druhu dřeviny (Dummel, 1999).**

Pro zpracování těchto problematických stromů jsou vhodnější hlavice se 4 protahovacími válci. Tyto hlavice mají kratší rám a lépe se přizpůsobí tvaru kmene. U všech dřevin práci komplikuje rozdvojení kmene. Porosty s vyšším zastoupením

křivých a rozdvojených stromů nejsou vhodné pro zpracování harvestorem (Neruda a kol., 2013).

**Tab. 13: Závislost mezi průměrem pařezu (úřez hlavice), výčetní tloušťkou a objemem středního kmene (Ulrich a kol., 2014).**

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

### 3.4.2 Technologická příprava pracoviště

Zpřístupnění porostů je základním předpokladem managementu lesních porostů. Technologická příprava práce a pracovišť v lesnictví je soubor rozhodnutí a opatření, která v daném prostředí a v dané etapě technologického rozvoje zabezpečí realizaci hospodářských a společenských cílů výroby tak, aby se trvale zachovaly produkční i mimoprodukční funkce lesa (Lukáč, 2005). Před vlastní těžbou je proto nezbytné provést technologickou přípravu pracoviště, což spočívá ve stanovení dopravních předělů v terénu, rozčlenění porostu přibližovacími respektive vývozními linkami na pracovní pole a určení místa a velikosti plochy pro skládky dříví (Neruda a kol., 2013).

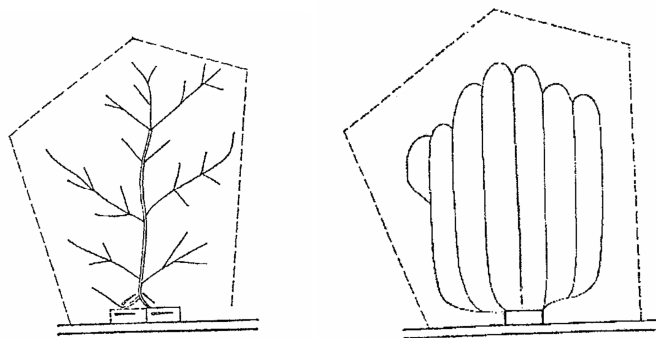
#### Rozčlenění porostu a vyznačení linek

Rozčlenění porostu, vyznačení 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 jeho rozčlenění na pracovní pole. Zpřístupnění porostu je předpokladem pro bezeškodné a ekonomické nasazení harvestorové technologie. Těžební stroje by se měly pohybovat jenom po

linkách. V porostech, kde se provádí výchovná těžba, se musí sít' vyvážecích linek jasně naplánovat a vyznačit. Na plochách určených k mytní 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 pracovního pole je u malých harvestorů 3,5 m, u velkých strojů jsou to 4 m
- vyvážecí linky by měly být vedeny kolmo na převládající 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 třeba zohledňovat přírodní i 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 těžných stromů (Bartoš, 2009).

**Vyznačování linek** se děje od napojení linky na odvozní cestu směrem do porostu. Vytyčení linky se provádí pomocí tří výtyček, pásma a buzoly. Důležité je, aby linka byla přímá a jen výjimečně vedená v oblouku (omezení vlivu pozdější eroze). Strom je označen podélnou šikmou čarou nebo šipkou, která současně udává směr pohybu dříví z porostu (Neruda a kol., 2013). Hranice linek mohou být vyznačeny páskami, nebo reflexními sprejovými barvami a to šikmou čarou z vnitřní strany linky popřípadě šípkami určující směr pohybu stroje (Ulrich, 2003). Využívají se umělohmotné pásky, které po roce zvětrávají a odpadnou. Páska má výhodu v tom, že je dobře viditelná ze všech stran. Šířka linek se měří od středu linky. Rozestup linek se měří buď od středu linek, nebo šířkou mezipásma. Vývoz dřeva z porostu na skládku na odvozním místě by neměl být delší jak 200 – 250 m, jinak je podíl jízdních časů příliš veliký (Ulrich a kol., 2014).



**Obr. 9: Schéma zpřístupnění porostu: pro soustřed'ování dříví vlečením traktory (vlevo), pro soustřed'ování vyvážecími traktory (vpravo), (Neruda a kol., 2008).**

### **Vyznačení stromů k těžbě**

Stromy k těžbě se vyznačují nejméně dvěma tečkami o průměru cca 7 cm (ve výši asi 1,20 m, umístěnými na protilehlých stranách obvodu kmene), kolmo k lince nebo příčnou čarou o délce asi 1/3 obvodu stromu. Druhá varianta je méně vhodná z důvodu špatné viditelnosti z obou linek. V hustých porostech lze využít nástřikové tyče (např. typ Sterzik). Možností je i značení stromů nadějných, které se v českých podmínkách zatím běžně neprovádí (Neruda a kol., 2013).

### **Volba vhodného období těžby HT**

Mechanizovaná těžba by měla být naplánována a provedena v období, kdy je možné částečně zabránit potencionálnímu dopadu na životní prostředí (Owende, 2002). Porosty můžeme rozdělit do těžebních bloků: tzv. vlhké (zpravidla letní) a suché (zpravidla zimní) období roku. U porostů vhodných pro vlhké (letní) období (probírky nebo mýtní těžby) je předpoklad nižšího poškození půdy. Porosty, které jsou vysoce rizikové z hlediska poškození stromů a půdy během vlhkého (letního) období jsou vymezeny do bloků suchého (zimního) období. Holoseče a plochy s pevnou únosnou půdou jsou vhodné pro vlhké (letní) období (Neruda a kol., 2013). Plánování by mělo vzít v úvahu změny počasí, např. dlouhý vlhký podzim může oddálit vstup do suché (zimní) sezóny probírkových porostů, z tohoto důvodu by mělo být těženo dříví ze zásob, jako jsou plochy obnovních sečí (Ulrich a kol., 2014).

### **3.4.3 Lesní dopravní síť**

Pro vlastní realizaci pozemního transportu jsou nezbytné liniové stavby tvořící komunikační síť: odvozní cesty, svážnice, přibližovací a vyklizovací linky. Jejich

převažující funkcí a mírou technických úprav je dána hierarchie jejich významu. Hovoříme pak o síti primární, sekundární, terciární a kvartérní. V LH tuto integrovanou komunikační síť nazýváme LDS (Simanov a Kohout, 2004). Funkce LDS jsou následující:

- funkce dopravní spojnice
- funkce zpřístupnění porostního nitra
- funkce technologická
- funkce orientační

### **Rozdělení LDS:**

- lesní cesta 1. třídy (1L): odvozní cesty umožňují svým prostorovým uspořádáním a technickou vybaveností celoroční provoz motorových vozidel. Vždy opatřeny vozovkou z různých stavebních materiálů. Minimální šířka jízdního pruhu je 3,0 m, volná šířka koruny minimálně 4,0 m. Maximální podélný sklon nivelety trasy je 10 %.
- lesní cesta 2. třídy (2L): odvozní cesty umožňují svým prostorovým uspořádáním a nezbytnou technickou vybaveností alespoň sezónní provoz motorových vozidel. Povrch cesty se doporučuje podle únosnosti podložních zemin opatřit provozním zpevněním, nebo jednoduchou netuhou vozovkou. Maximální šířka jízdního pruhu je 2,5 m, maximální podélný sklon nivelety nemá překročit hodnotu 12 %.
- lesní cesty 3. třídy (3L): přibližovací cesty (svážnice), slouží k vyvážení a přibližování dříví, sjízdné pro traktory, vyvážecí a přibližovací prostředky. Minimální volná šířka koruny cesty je 3,0 m. Omezujícím faktorem je podélný sklon, únosnost podložních zemin a jejich náchylnost k erozi. Povrch může být bez zpevnění, nebo je opatřen provozním zpevněním – celoplošným nebo částečným.
- lesní cesty 4. třídy (4L): přibližovací cesty a linky, slouží k soustředování dříví z porostu. Jsou vedeny zpravidla po spádnici. Povrch je vždy nezpevněný, zpravidla bez sejmutí humusu (organické vrstvy). Šířka této cesty je nejméně 1,5 m.
- lesní stezky: navrhuje se s parametry, které vyhovují účelu, kterému mají sloužit, např. cyklistické nebo jezdecké stezky. Povrch stezek je buď nezpevněn, nebo zpevněn odpovídajícím způsobem.



- lesní pěšiny: navrhují se s maximálně možným využitím současných tras pěšin a tak, aby podchycovaly turisticky zajímavá místa v oblasti (Hanák, 2002).

Z hlediska funkčního rozdělení LDS spadá mezi primérní síť třída 1L a 2L, do sekundární sítě náleží síť traktorových přibližovacích cest, tzv. svážnic (3L). Terciérní síť je tvořena sítí přibližovacích (vyvážecích) linek a trasami lanovek. Za kvartérní síť je považována síť vyklizovacích linek, která je některými autory odmítána, jelikož neslouží pro pohyb dopravních prostředků (mimo koně) a není trvalá (Simanov a Kohout, 2004).

#### **3.4.4 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 řídičské oprávnění skupiny C nebo T (Bartoš, 2009). Zodpovědný přístup obsluhy má rozhodující vliv na zajištění optimálních a dlouhodobých výsledků prostředku. Kvalita pracovníka obsluhujícího složitý těžební stroj má odpovídat, nebo se blížit zadání práce stanovených profesními požadavky (Malík a Dvořák, 2007).

Mezi předpokládané požadavky pro práci operátora harvestoru lze zařadit:

- základní kvalifikaci strojníka
- minimálně vstupní školení poskytované prodejcem stroje
- kvalifikaci pro obsluhu hydraulického jeřábu
- požadavky na technické znalosti a dovednosti (pro seřizování, údržbu, opravy)
- určitý stupeň lesnického vzdělání (Bartoš, 2009).

Nejdůležitější předpoklady operátora HT je možno shrnout do těchto bodů:

- samostatnost při řešení problémů (často bývá v lese odkázán sám na sebe)
- rozvážnost, ale ne pomalost
- manuální zdatnost (jak při ovládání stroje, tak při servisních pracích)
- aktivní přístup
- kladný vztah k informačním technologiím (komunikace s měřicím a řídicím systémem harvestoru)
- ochota operátora snášet pobyt mimo domov (přesun technologií, jak po celé ČR, tak i do zahraničí), (Kajzar, 2008).

### 3.4.5 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 plánové roční době. Z tohoto důvodu je při plánování těžeb a dodávek dříví nutno využívat zásady logistiky (Neruda a kol., 2013). Plánování můžeme rozdělit na dlouhodobé a krátkodobé.

Dlouhodobé (strategické) plánování:

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

Krátkodobé (logistické) plánování:

- potřeba zjištění skutečného objemu dříví, určeného pro zpracování
- je třeba vyhodnotit stav půdy a podloží v době realizace práce harvestorem
- vybrat harvester technicky nejlépe odpovídající daným pracovním podmínkám
- zjistit počet vyráběných sortimentů v jednotlivých porostech. Nejvhodnější je, co nejmenší počet. Maximálně však 3 sortimenty v porostu. Více sortimentů může způsobit snížení směnového výkonu harvestoru.
- zajistit instruktáž obsluhy harvestoru a vyvážecího traktoru
- určit výkonnost technologie za pracovní směnu (nejběžnější je dvousměnný 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).

### **3.5 Vliv mechanizačních prostředků na lesní porost**

Moderní technika a s ní spojené technologie jsou nositelé rozsáhlých kvantitativních i kvalitativních změn v lesní výrobě (Ulrich a kol., 2014). Problematika škod vznikajících na lesních ekosystémech po těžbě dřeva nabrala na významu především v důsledku nastupující mechanizované těžby dřeva (Mahler, 1987). Při nesprávném nasazení těžební techniky může dojít k poškození stojících stromů a k narušení půdního povrchu. Zásadní faktor je role operátora, který svým odpovědným přístupem může zabránit většině nepříznivých vlivů. Pro lesní hospodářství má poškození porostů negativní dopady, které souvisí zejména s následujícími faktory:

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

Poškození lesních porostů můžeme rozdělit na škody vznikající:

- na kořenovém systému stromů
- na kmenech stromů
- na přirozeném zmlazení (Allman, 2014)

#### **3.5.1 Poškození stojících stromů**

Poškození stojících stromů při těžbě a soustředování dříví ovlivňují především následující výrobně technické a přírodní podmínky:

- členitost terénu a počet překážek
- doba těžby
- druh dřeviny a zakmenění
- příprava pracoviště
- pohyb strojů mimo vyznačené linky

- 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 cm<sup>2</sup>.
2. Větší poškození stromu s plochou do 100 cm<sup>2</sup>.
3. Poškození nad 100 cm<sup>2</sup>.

Pokud je na stromu několik poškození, eviduje se každé samostatně. Stromy bez poškození se evidují v rámci kontrolní zkusné plochy pro předepsanou metodu měření. U předchozích stupňů poškození 1. – 3. se upřesňuje výška, ve které k poškození došlo mechanickým způsobem (Ulrich a kol., 2014). Mezi nejčastější poškození vznikajících na stojících stromech patří oděr kůry, který je vstupní branou pro dřevokazné houby (Nill a kol., 2011).

Nezanedbatelné škody vznikají také na kořenovém systému stromů, kdy je poškozen zejména důležitý vlásečnicový systém kořenů, který přenáší živiny z půdy do stromu. Tomu se dá zabránit jen přiměřeným rozložením tlaku kol, případně dostatečně silnou vrstvou (30 – 40 cm) větví pod kola stroje a také dostatečně širokými linkami v porostu (Bartoš, 2009).

### **3.5.2 Poškození lesní půdy**

Pohyb odvozních souprav a výkonných těžebních strojů při lesní výrobě se neděje pouze na lesních silnicích, tj. komunikacích s umělou vozovkou umožňující zpravidla celoroční provoz. Značný podíl dopravy dříví a pohyb strojů probíhá i na tzv. zemních cestách a popř. i přímo v terénu na nijak neupraveném povrchu lesní půdy (Ulrich a Dvořák, 2004).

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

V posledních letech se vylišily tři základní metody zjišťování škod způsobených lesnickými technologiemi na lesní půdě:

- Německá metoda
- Metoda Mc-Mahona
- Finská metoda (Bartoš, 2009)

V evropské lesnické praxi neexistuje jednotný systém hodnocení poškození lesních 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. Podrobná charakteristika této nově certifikované metody je uvedena v kap. 4.7, skriptu Technika a technologie v lesnictví (Neruda a kol., 2013). Ve zmiňované publikaci se nachází i kompletní popis předchozích zmíněných metod.

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). Zhutňováním půdy dochází ke zpomalování přírodních procesů, tj. promrznání a rozmrznání půdy, prorůstání kořenů dřevin a bylin, mikrobiální činnosti a činnosti drobných živočichů (Suchomel a kol., 2009).

Pozitivně se projevuje účinek pokrytí povrchu půdy klestem – tlaky pod klestem jsou často až o 50 % nižší (Neruda a kol., 2005). Obdobným způsobem působí kořenový systém rostlin (buřeně) na vyvážecích (přibližovacích) linkách, který snižuje negativní účinky vyvážecího prostředku (Sarrilahti, 2002).

Zvláště ohroženým podložím jsou jílovité půdy, neboť absorbují velké množství vody a během jarních a podzimních měsíců je jejich únosnost problematická. Zprůjezdnění málo únosného terénu spočívá:

1. Trasa pojezdu se zpevní přidavnými materiály.
2. Úprava dočasně doplní a zpevní konstrukci vozovky následujícím způsobem
  - hatě
  - umělohmotné mobilní rohože
  - umělohmotné mobilní desky

- kolejové zpevnění (stavební recyklát nebo zemník)
- síť (staré použité oplocenky jako spodní vrstva do kolejí)
- rošty z těžebního odpadu
- široké nízkotlaké pneumatiky

Rozsah zpevnění plochy závisí především na těchto faktorech:

- nápravové tlaky strojů
- konstrukce a tuhost vozovky
- mechanicko-fyzikální vlastnosti terénu
- počty přejezdů TDS (Ulrich a kol., 2014)

### **3.5.3 Základní asanační opatření**

Mezi základní asanační opatření se řadí:

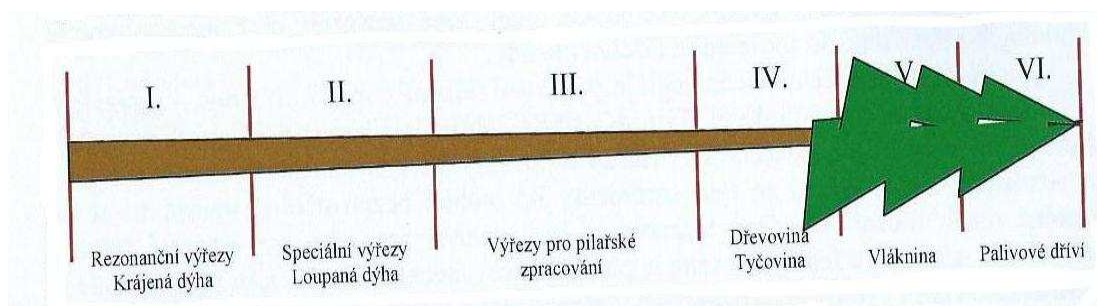
- Plochy se strženým nadložním humusem, v protierozním souboru a v infiltračním souboru na svazích pokryt klestem.
- Plochy s porušením celistvosti půdního povrchu na svazích do 25° kryt klestem, na prudších svazích při větším rozsahu zatravnit s využitím travních rohoží.
- Koleje a rýhy ve spádnicovém 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, aby nedocházelo k zabahnění terénu.
- Klest a těžební zbytky v příbřežních porostech odstranit z koryta a inundačního pásma a zapracovat do klestových překážek s filtračními a konsolidačními účinky, mimo inundaci využít klest pro plůtky a klestové pokryvy na narušených svazích.
- Ve stržích a zářezích bez travnatého toku klest a těžební zbytky ponechat a před ústím opatřit propusti hrablemi k zadržení materiálu při stoku silných srážek (Ulrich a kol., 2014).

### **3.6 Sortimentní těžební metoda**

Sortimentní metoda je nejstarší metodou, požívanou v těžbách výchovných i obnovních. Hlavním důvodem jejího užívání byla v období manuálního a animálního soustředování

dříví nízká disponibilní tažná síla. Vytěžené dříví bylo proto nutné rozdělit řezem na kratší fyzicky zvládnutelné výřezy (Neruda a kol., 2013 b).

Při těžbě dříví HT se využívá sortimentní těžební metoda, která spočívá v odvětvení a zkrácení na sortimenty ve zvoleném prostoru, nejčastěji u vyvážecí linky. Vyrobené sortimenty jsou poté vyváženy na skládku při odvozní cestě. Princip rozměrování kmenů na sortimenty spočívá v zajištění optimálního využití jejich různých částí. Znamená to, že různé části kmenů jsou využity pro účely, kde lze získat maximální užitek a zpeněžení (Ulrich a kol., 2014). Základními kritérii pro zařazování výřezů do sortimentních tříd jsou jejich rozměry tj. dřevina, tloušťka na čele i čepu, délka a technologická jakost tzn. výskyt vad dříví (Neruda a kol., 2013).



**Obr. 10: Jakostní třídění dříví – příklad rozčlenění částí kmene do jednotlivých sortimentů (Ulrich a kol., 2006).**

Metoda sortimentní těžby dříví vykonávané harvestorem se oproti sortimentní metodě motomanuální vykonávané pomocí RMŘP vyznačuje zásadním specifíkem: pokácený strom není zpracován bezprostředně u pařezu, od kterého byl pokácením oddělen, nýbrž je harvestorem přemístěn na zvolené místo (zpravidla na okraj vyvážecí linky) a na tomto místě je strom odvětven, změřen, rozřezán na sortimenty, které jsou odděleně uloženy na hromádky. Vzdálenost, na kterou harvestor pokácený strom přemísťuje, může být velmi různorodá – od zpravidla několika metrů až po výjimečně řádově dvacet metrů. Harvestor nejenže vyrábí sortimenty, nýbrž zajišťuje i jejich vyklizení od pařezu na místo vývozní, a to v jedné souvislé technologické fázi. Vzhledem k těmto specifickým vlastnostem je vhodné těžební metodu uskutečňovanou pomocí harvestorů vyčlenit jako samostatnou a označit ji jako těžební metodu harvestorovou, popřípadě těžební metodu sortimentní harvestorovou (Neruda a kol., 2013). V harvestorové těžební technologii jsou v jejím základním a nejužívanějším provedení zapotřebí pouze dva stroje tj. harvestor a vyvážecí traktor, tvořící tzv. harvestorový uzel. Případně

mohou být s ohledem na aktuální přírodně-výrobní podmínky harvestory kombinovány s jinými prostředky např. vyvážecí soupravy či lanová dopravní zařízení aj. (Neruda a kol., 2008).

Možnosti nasazení harvestorů do jiných těžebních metod tj. do kmenové nebo dokonce stromové, nelze doporučit a to ze dvou zásadních důvodů. Prvním důvodem je nedostatečné využití možností, které HT přináší tj. opracování a měření stromů, nízká spotřeba času na zpracování 1 m<sup>3</sup> dříví, zvýšení bezpečnosti práce aj. Druhým důvodem je vznik technických problémů např. při odvětvování stromů v celých délkách dochází k jejich lámání a k přetěžování pracovního ústrojí harvestoru (Neruda a kol., 2013). Současný stav zastoupení jednotlivých těžebních technologií užívaných v ČR je zachycen v tab. 14.

**Tab. 14: Současné zastoupení těžebních technologií v ČR (tis. m<sup>3</sup>), (Kol. autorů, 2014).**

Subjekty	Harvestorové technologie	Kmenové technologie	Těžba	(%) sortiment	Štěpkování	Soustřed'ování lanovkou
Státní lesy v ČR včetně škol	3 159	6 222	9 381	34	1 400	65
Obecní lesy	515	1 835	2 350	22	160	14
Soukromé lesy	1 043	2 557	3 600	29	240	41
Celkem	4 717	10 614	15 331	31	1 800	120

Výřezy vyrobené harvestorem a vyvážené vyvážecím traktorem zůstávají čisté, což je významnou výhodou jak pro odběratele, tak i pro dodavatele dříví, neboť odběratel tuto výhodu zpravidla i finančně dodavateli stimuluje (Neruda a kol., 2008).

V případě zpracování dříví pro energetické využití je možno zvolit i stromovou technologii, za předpokladu nasazení harvestoru v jehličnatých i listnatých porostech ve stáří do 30 let s ponecháním dendromasy na OM k přirozenému proschnutí do 40 % vlhkosti. Následuje štěpkování pro energetické účely (Neruda a kol., 2013).



## **4. METODIKA**

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

### **4.1 Zdroje dat**

Pro zpracování této diplomové práce budou použita data z aktuálního LHP pro LHC ŠLP Masarykův les Křtiny s platností od 1. 1. 2013 do 31. 12. 2022, který je momentálně v počátku třetího roku platnosti, tudíž jsou informace aktuální. Z hlediska stárnutí porostů, které se stárnutím nese i změnu dendrometrických veličin, nebude na tuto změnu brán zřetel, jelikož zde bude posouzena potencionální možnost nasazení HT a data obsažená v aktuálním LHP jsou pro danou práci dostačující. Zpracování bude provedeno pomocí programu Microsoft Office Excel. Jako základních vstupních dat bude využito elektronické hospodářské knihy v podobě tabulkového přehledu popisu základních JPRL. Dalšími využitými zdroji budou dostupné knižní publikace, těžební sestavy za roky 2013, 2014 a webové stránky ŠLP Křtiny. Tyto získané informace budou využity pro popis jednotlivých polesí, přírodních poměrů, zpřístupnění lesa, dřevinné skladby, selekci vhodných porostů, návrhnutí vhodných HT atd. Metodika bude rozčleněna do následujících dílčích kroků:

- Charakteristika LHC ŠLP Masarykův les Křtiny
- Stanovení a vymezení kritérií pro třídění porostů v daných podmínkách
- Stanovení kritérií harvestorů
- Posouzení možnosti využití HT v terénu
- Návrh optimálních kombinací harvestorových uzlů
- Kalkulace potřeby času – porovnání HT a klasických technologií
- Doporučení pro provozní praxi.

### **4.2 Charakteristika LHC ŠLP Masarykův les Křtiny**

Do tohoto kroku bude zařazena i obecná charakteristika a identifikace vlastníka daného LHC. Pro celkové splnění daného cíle této diplomové práce je třeba získat přehled o přírodních podmínkách daného majetku a o jeho plošném rozmístění. Tato charakteristika bude součástí pro vyhodnocení celkových závěrů stanovujících danou problematiku pro využití HT v těchto konkrétních podmínkách. Stručně bude popsána i současně využívaná těžební technologie, při které se momentálně nevyužívá harvestorů

při těžbě, dále bude uvedeno i současné zpřístupnění lesa. Tato část bude zpracována ve formě textů, tabulek a grafů přejatých či mnou vytvořených, nebo doplněných.

### **4.3 Stanovení a vymezení kritérií pro třídění porostů v daných podmínkách**

Vzhledem k vysoce různorodým přírodním podmínkám a poměrně značné rozsáhlosti LHC ŠLP Křtiny bude nutné roztrždit porosty a vyhledat ty, které budou nejvhodnější pro nasazení HT s ohledem na jejich terénní dostupnost. Hlavním předpokladem této práce je, aby byly přednostně vyloučeny JPRL, u kterých je riziko či předpoklad poškození porostů či celého ekosystému značné a pro nás nepřijatelné.

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

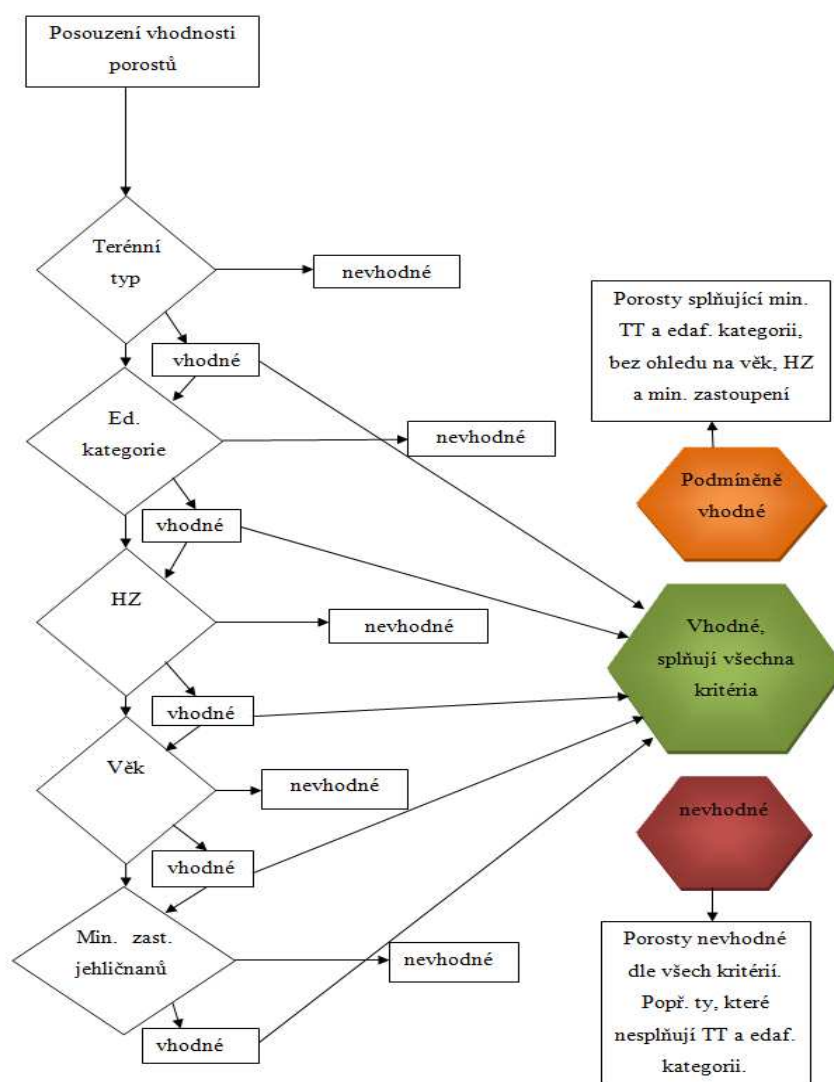
- Terénní typ a edafická kategorie
- Minimální zastoupení jehličnanů
- Hospodářský způsob
- Minimální věk

Výše uvedené třídění porostů bude základem, který vyloučí nevhodné porosty, které budou pro sumarizaci vhodných porostů odstraněny z důvodu přehlednosti, ale veškeré vhodné i nevhodné JPRL budou k dispozici v příloze této práce. Dále bude pracováno pouze s porosty vhodnými pro nasazení HT. Na základě vhodných porostů bude vytvořen další "třídící" systém, který se bude zakládat na technických parametrech harvestorů.

Pomocí programu Microsoft office Excel budou data z LHP zpracovávána na základě terénních a taxačních charakteristik jednotlivých porostů daného LHC. Výběr porostů proběhne pomocí automatického filtru a logické funkce "KDYŽ". Postupně budou zanášena jednotlivá výše zmíněná kritéria pro výběr vhodných porostů. Příklad zápisu vzorce pro posouzení terénních typů:

**=KDYŽ(NEBO(G2=11;G2=12;G2=13;G2=21;G2=22;G2=23;G2=29;G2=31;G2=32;G2=33;G2=39;G2=41;G2=42;G2=43;G2=49;G2=59);"vhodné";"nevhodné")**

Obdobně budou zanášena ostatní vyčleněná kritéria. Zpracovaná data budou umístěna na CD a budou přílohou této práce.



**Obr. 11: Postup zanášení jednotlivých kritérií.**

#### 4.3.1 Terénní typ a edafická kategorie

Terénní typ má zásadní vliv na dostupnost porostu pro HT. Na sledovaném LHC ŠLP Křtiny je terénní typizace provedena pomocí klasifikace Macků – Popelka – Simanov (1992). Za přijatelné terénní typy budou považovány ty, které mají sklon do 50 %. Pro možnost maximalizace využití HT i při vyšších sklonech terénu bude hranice dostupnosti stanovena do 70 %, přičemž bude nutností ve sklonech nad 50 % využít kolové podvozky opatřené kolopásky popř. doplněny trakčními navijáky, další možností jsou pásové nebo kráčivé formy podvozků. V následující tabulce jsou vyhovující terénní typy, které budou dále členěny dle vhodnosti podvozků. Nevhodné terénní typy jsou označeny červeně. Terénní typy 29, 39, 49 a 59 budou brány za vyhovující, avšak budou podmíněně vhodné. HT s doporučeným technickým řešením budou stanoveny v kapitole návrhu optimálních harvestorových uzlů.

**Tab. 15: Vhodné terénní typy.**

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				

Pozn. # ≤ 0,3 m, s rozstupem ≤ 5 m, • ≤ 0,5 m, s rozstupem ≤ 5 m

Edafické kategorie jsou jednou z dalších příčin, které ovlivňují rozhodování pro nasazení HT. Vyřazeny z důvodu omezené dostupnosti budou porosty vyskytující se na stanovištích ovlivněných vodou, jedná se o následující edafické kategorie: L, O, V, U, P, Q, T a G. Tyto edafické kategorie budou vyřazeny z důvodu, aby mohli být ponechány TT 29, 39, 39, 49 a 59, které nejsou zvlášť vymezeny a mohou se vyskytovat na neúnosných půdách nebo půdách s překážkami. Ostatní edafické kategorie budou brány jako vyhovující. V dostupné 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.

#### 4.3.2 Minimální zastoupení jehličnanů

Za minimální hraniční kritérium zastoupení jehličnatých dřevin v jednotlivých etážích bude stanovena hodnota 60 % včetně. Všechny ostatní porosty, které toto kritérium nebudou splňovat, budou nevhodné. Kritérium je takto nastaveno z důvodu většího předpokladu křivostí, výskytu dvojáků či přesílených větví u listnatých dřevin, které významně snižují efektivnost. Kódy jednotlivých dřevin využitých v HK budou uvedeny na CD v příloze této práce.

#### 4.3.3 Hospodářský způsob

Z hlediska hospodářských způsobů, které jsou v LHP označeny následovně: 1 – holosečný, 2 – násečný, 3 – podrovní a 4 – výběrný budou považovány za vyhovující pouze první tři kategorie, tzn. holosečný, násečný a podrovní HZ. HZ 4 – výběrný je

z nasazení HT vyloučen z důvodu předpokladu špatné viditelnosti stromů určených k těžbě. Nevhodnost je způsobena především z důvodu hlubšího zavětvení a výskytem stromů více vývojových fází na jednom místě, které dané zpracování harvestorem znesnadňuje.

#### 4.3.4 Minimální věk

Z hlediska minimálního věku budou porosty tříděny tak, aby byla práce HT co nejefektivnější. HT jsou nasazovány především do předmýtních úmyslných těžeb nad 40 let a do mýtních úmyslných těžeb na základě výkonové třídy stroje. Harvestory lze vzhledem k ekonomické rentabilitě nasazovat v porostech nad věkovou hranici 35 let (Dvořák a Malík 2007). V této práci bude minimální věk pro vyšší uplatnění nasazení HT stanoven pro porosty starší 30 let včetně. Porosty mladší budou nevhodné. I když jsou dnešní harvestory schopny pracovat i v mladších porostech než je věk stanovený v této práci, nebude s nimi dále uvažováno.

#### 4.4 Rozdělení porostů dle vhodnosti

Na základě předchozích kritérií uvedených v kap. 4.3.1 až 4.3.4 bude provedeno rozčlenění porostů na základě vhodnosti pro nasazení HT. Rozlišeny budou tři barevné kategorie, tzn. porosty vhodné, nevhodné a podmíněně vhodné. Pro porosty vhodné bude přiřazena zelená barva, pro porosty nevhodné červená barva a pro porosty podmíněně vhodné žlutá barva.

**Tab. 16: Barevné rozdělení porostů dle vhodnosti.**

Přiřazení barvy						
Ter. typ	Ed. kat.	HZ	Věk	Min. zast. 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 nesplňuje TT a ed. kat., popř. jen TT nebo ed. kat., je dále nevhodný.				
nevhodné	vhodné					
vhodné	nevhodné					

Porosty vhodné musí splňovat všech 5 stanovených kritérií. Porosty podmíněně vhodné musí splňovat pro nasazení HT edafickou kategorii a TT, pokud tyto dvě kritéria nesplňují, budou označeny jako nevhodné. Důvod podmíněné vhodnosti bude věk, hospodářský způsob a minimální zastoupení jehličnanů. Výběr porostů proběhne opět pomocí automatického filtru a logické funkce “KDYŽ”.

#### 4.5 Stanovení kritérií harvestorů

Pro porosty, které projdou filtrací kritérií stanovených v kapitole 4.2, budou navrženy vhodné technické parametry harvestorů na základě následujících zvolených technických parametrech:

- Typ podvozku
- Úřez harvestorové hlavice

Zpracování proběhne opět pomocí programu Microsoft Office Excel. Dle stanovených parametrů proběhne pomocí automatického filtru a logické funkce “KDYŽ” přiřazení příslušného kódu na základě zvolených podmínek, které jsou uvedeny v následujících tabulkách. Výsledkem bude dvanáct kombinací možných výsledků ve formě čísla a příslušného písmene.

**Tab. 17: Kombinace výsledků.**

1	a	b	c	d
2	a	b	c	d
3	a	b	c	d

##### 4.5.1 Typ podvozku

Z hlediska vhodného typu podvozku harvestoru bude provedeno přiřazení vhodného typu podvozku na základě terénních typů. Ke každému porostu bude dle terénního typu přiřazen příslušný kód dle následující tabulky.

**Tab. 18: Přiřazení vhodného podvozku k TT.**

	TT vhodné - kolové podvozky	TT podmíněně vhodné - využití kolopásových nebo pásových podvozků	TT podmíněně vhodné - využití kolových, kolopásových nebo pásových podvozků s doplňkem trakčních navijáků popř. kráčejíci podvozky
Terénní typ	11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42	13, 23, 29, 33, 39, 43	49, 59
Přiřazený kód	1	2	3

#### 4.5.2 Úřez harvestorové hlavice

Pro volbu vhodných harvestorových hlavic bude nutné nejprve přepočítat střední výčetní tloušťku  $d_{1/3}$  udávanou v hospodářské knize na tloušťku v pravděpodobné výšce pařezu. Koeficienty použité pro přepočet budou vzaty z následující tabulky.

**Tab. 19: Koeficienty pro přepočet z  $d_{1/3}$  na  $d_0$  (cm), (Simanov, 2001).**

Tloušťka stromu $d_{1/3}$ (cm)				
	18 - 26	30 - 38	42 - 50	54 - 70
Dřevina	Koeficienty pro výpočet pravděpodobné tloušťky stromu 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

Pro SM bude zvolen koeficient hodnoty 1,4 pro přepočet z  $d_{1/3}$  na  $d_0$ . Pro BO a ostatní dřeviny bude stanoven jednotný koeficient 1,2. Pomocí těchto koeficientů budou udávané výčetní tloušťky přepočteny na tloušťku v předpokládaném místě pařezu pro určení optimální harvestorové hlavice s dostatečnou schopností úřezu.

Podle zjištěných průměrů v předpokládaném místě pařezu bude přiřazen kód dle schopnosti úřezu hlavice dle následující tabulky.

**Tab. 20: 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

Na základě výsledků třídění porostů a přiřazení vhodných technických řešení harvestorů budou vytvořeny sumarizace a přehledové tabulky a grafy dle potencionálního objemu těžby a dalších typologických a hospodářských charakteristik, které budou popsány a objasněny v kapitole výsledky.

#### **4.6 Posouzení možnosti využití HT v terénu**

V tomto dílčím cíli bude ověřeno, zda byla úvaha při selektování porostů správná a zda bude opravdu vhodné HT nasadit. Posouzeno bude 18 porostů, které budou charakterizovány dle zjištěných okolností v tabulkové podobě. Ke každému porostu bude umístěn stručný komentář a doplňující fotografie. Pokud nebude nalezen žádný omezující faktor, bude porost označen za vyhovující bez připomínek. Bude posouzena možnost nasazení HT, zda by se dala tato technologie využít či nikoliv a zdůvodnit zjištěné závěry z terénu. Přednostně budou vyhledány porosty, které budou splňovat kritéria pro nasazení HT z předchozích kapitol metodiky. Obecně bude každý porost popsán a budou vytčeny pro a proti nasazení HT. Dalším kritériem bude, zda je porost rozčleněn sítí přibližovacích (vyvážecích) linek pokud se vyskytují nebo zda budou potřeba vytvořit nové či doplnit stávající.

#### **4.7 Návrh optimálních kombinací harvestorových uzlů**

Optimální harvestorové uzly budou navrženy na základě vyhodnocení předchozích dílčích cílů. K jednotlivým kategoriím, které vzniknou přiřazením vhodného technického řešení harvestoru, viz kapitola 4.3, k danému porostu budou sestaveny optimální harvestorové uzly s potřebným vybavením pro danou skupinu. Mezi základní parametry, které budou muset harvestory splňovat náleží vhodný podvozek a harvestorová hlavice. Na podkladě dostupných informací o vlastnostech a technických parametrech harvestorů a vyvážecích traktorů bude navrženo několik kombinací harvestorových uzlů, které budou pokrývat jak těžbu v mýtních porostech tak těžbu v předmýtních porostech. Kategorie harvestorových uzlů budou rozděleny na kategorii probírkových harvestorových uzlů, střední kategorii harvestorových uzlů a mýtní kategorii harvestorových uzlů, pro každou kategorii bude zjištěn potencionální objem plánované těžby. Bude při tom využito nejběžněji zastoupených značek na trhu v ČR.



#### 4.8 Kalkulace potřeby času – porovnání HT a klasických technologií

Modelové porovnání potřeby času na těžbu a vyvážení (přibližování) dříví mezi HT a klasickými technologiemi. Pro porovnání bude třeba zvolit technologie, které budou porovnávány. Pro modelové porovnání bude využito výsledků z porostů, které byly vybrány jako vyhovující pro nasazení HT dle stanovených kritérií. Z HK budou převzaty objemy středního kmene dle převládající dřeviny, předepsané těžby pro vybrané porosty, přibližovací vzdálenosti a další potřebné údaje pro kalkulaci. Objem těžby bude převzat z již uskutečněných těžebních zásahů v roce 2013 a 2014, pokud ještě nebyl realizován, bude převzat plánovaný objem zásahu z HK. Pomocí výkonových norem pro lesní hospodářství budou vypočítány časy nutné pro zpracování daného objemu těžby pro klasické technologie lesní těžby. Pro zpracování daného objemu těžby pomocí HT budou využity normy uvedené v publikaci Využití harvesterových technologií v hospodářských lesích (Dvořák a kol., 2012). Hlavním faktorem ovlivňující čas u zpracování porostů harvesterem je výkonová třída, do které se daný stroj řadí a hmotnost zpracovávaného stromu, kdežto při vyvážení dříví vyvážecím traktorem je hlavním ovlivňujícím činitelem vyvážecí vzdálenost.

Navržené výkonové normy a normativy spotřeby času pro těžbu a zpracování dříví harvestory a vyvážení dříví vyvážecími traktory jsou vypracovány z pracovních snímků na základě rozboru pracovní náplně těžebně dopravní operace a pracovní směny. Příslušné hodnoty výkonových norem vyjadřují nezbytnou spotřebu pracovního času operátorů, kteří mají pro jakostní provádění práce potřebnou kvalifikaci (Dvořák a kol., 2012). Porovnána bude:

- HT s těžbou pomocí RMŘP a soustředováním pomocí UKT pro mýtní porost.
- HT s využitím trakčního navijáku oproti těžbě RMŘP, vyklizení lanovkou a přiblížením na OM pomocí UKT pro mýtní porost.
- HT oproti těžbě pomocí RMŘP, vyklizení koněm a přiblížením pomocí UKT pro předmýtní porost.
- HT s těžbou pomocí RMŘP a soustředováním pomocí koně pro předmýtní porost.

Dále bude provedeno orientační porovnání spotřeby času na zpracování celkového předepsaného objemu těžeb vhodných porostů. Průměrná hodinová výkonnost dle optimální hmotnosti pro jednotlivé kategorie harvesterů bude převzata z tab. č. 6. Pro

vyvážecí traktory bude vzata průměrná hodnota 8 m<sup>3</sup>/h, jelikož udávaná výkonnost při vyvážecí vzdálenosti 200 – 400 m se pohybuje v rozmezí 5 – 12 m<sup>3</sup> (Neruda a kol., 2013). Pro porovnání zpracování daného objemu těžeb vhodných porostů pomocí RMŘP a UKT budou dané objemy těžeb dále rozděleny na podíl jehličnatých a listnatých z důvodu zpřesnění časů. Z výkonových norem pro lesní hospodářství budou zjištěny průměrné potřeby Nh/m<sup>3</sup> dle stanovených kategorií hmotností a následně přepočteny dle daného objemu na výsledný čas, kterým se jednotlivé technologie orientačně porovnají. Stanoveny budou tedy tři kategorie hmotností v rozmezí do 0,39 m<sup>3</sup> 0,40 až 0,79 m<sup>3</sup> a nad 0,8 m<sup>3</sup>. Uvedené hodnoty pro zpracování pomocí RMŘP budou uvedeny bez manipulace, která potřebný čas pro zpracování navýší, ale pro orientační porovnání nebude započtena z důvodu značné variability v počtech vyráběných sortimentů z jednoho kmene. Bude stanoven jednotný vzrůstový stupeň 2. Hodnoty jsou uvedeny pro krácení kmene na dva kusy. Průměrná vzdálenost pro soustředování bude stanovena v rozmezí 201 – 300 m. V potaz nebudou brány žádné přírážky ani srážky, budou pouze vzaty základní normativy, které budou zprůměrovány pro danou kategorii hmotností pro zjištění potřeby orientačního času v Nh/m<sup>3</sup>.

V práci bude provedeno porovnání orientační kalkulace ceny pro daný objem těžeb vhodných porostů dle zjištěných průměrných cen dodavatelů těžebních činností. Pro těžbu RMŘP a soustředování pomocí UKT bude vzata průměrná cena dodavatele služeb 335 Kč/m<sup>3</sup> ([www.prodejdreva-lesnickaprace.cz](http://www.prodejdreva-lesnickaprace.cz), 29. 3. 2015). Pro orientační kalkulaci provedení těžby harvestorovým uzlem bude převzata průměrná nabídková cena provozovatelů HT 274 Kč/m<sup>3</sup> ([www.npcs.cz](http://www.npcs.cz), 29. 3. 2015). Uvedené ceny jsou bez DPH.

Výsledky budou vypracovány v podobě tabulek a grafu, následně stručně zhodnoceny. Zjištěné údaje budou mít pouze orientační charakter. Výpočet daných norem bude umístěn v příloze na CD.

#### **4.9 Doporučení pro provozní praxi**

Na základě zjištěných informací v průběhu zpracování této diplomové práce budou vytvořena doporučení pro nasazování HT pro těžby v porostech mýtních, předmýtních a případně kalamitních těžeb. Tato část diplomové práce bude umístěna v kapitole 6. Diskuse.

## 5. VÝSLEDKY

### 5.1 Charakteristika LHC ŠLP Masarykův les Křtiny

Identifikace vlastníka:

Mendelova univerzita v Brně

Zemědělská 1

613 00 Brno

Školní lesní podnik Masarykův les Křtiny

Křtiny 175

679 05 Křtiny

LHC: ŠLP Masarykův les Křtiny

Kód LHC: 618 00

ŠLP Masarykův les Křtiny je rozdělen na tři polesí, která jsou charakterizována následovně:

- Vranov u Brna, se sídlem v areálu ŠLP Křtiny v Brně – Útěchově. V rámci obhospodařování univerzitního majetku je pracovní náplní této organizační jednotky především účelová činnost a to v LDF v Brně a činnost hospodářská, která zahrnuje provádění pěstebních a těžebních prací dle platného LHP pro decennium 2013 – 2022, dále pak ochranu lesa, zemědělství, výkon práva myslivosti a další. Polesí Vranov u Brna hospodaří na 3 345 ha lesa a je členěno na 4 lesnické úseky. Lesní porosty navazují bezprostředně na jihomoravskou metropoli Brno, a proto je zde velmi významná rekreační a estetická funkce lesa. Přírodní prostředí je velmi cenné, nacházejí se zde 3 přírodní rezervace, jejichž původ je v síti přírodních rezervací, založené na ŠLP Křtiny prof. Aloisem Zlatníkem. Geologickým podložím je granodiorit. Porosty jsou s převážným zastoupením DB, BK, SM a BO. Roční úkol představuje těžbu ve výši 19 000 m<sup>3</sup>. Zalesnění pak 25 ha, výchovné zásahy čítají 50 ha prořezávek a 150 ha probírek.
- Polesí Habrůvka se sídlem ve Křtinách. Polesí Habrůvka hospodaří na 4 006 ha lesa, členěno je na 5 lesnických úseků. Lesní porosty zasahují od Adamova, resp. na východě od Jedovnic, až k městu Blansku, proto i zde je velmi

významná rekreační a estetická funkce lesa. K odpočinku, poznání i studiu slouží dvě arboreta tj. Křtiny a Habrůvka. Přírodní prostředí je velmi cenné. Nachází se zde 7 přírodních rezervací. Geologickým podložím je většinou vápenec, v části polesí pak granodiorit a kulmské droby. Porosty jsou s převážným zastoupením BK s příměsí MD, ve východní části pak SM. Roční úkol představuje těžbu ve výši 33 000 m<sup>3</sup>, úkoly obnovy jsou 30 ha, z toho přirozená obnova 10 ha, výchovné zásahy čítají 50 ha prořezávek a 150 ha probírek.

- Polesí Bílovice nad Svitavou, sídlící v bílovické Myslivně Lišky Bystroušky. Polesí Bílovice nad Svitavou hospodaří na ploše 2 920 ha lesa a je rozděleno do 4 lesnických úseků, dále přímo řídí lesnickou činnost v bažantnici Rajhrad a oboře Sokolnice. Lesní porosty navazují bezprostředně na severní hranici moravské metropole Brna, a proto je zde velmi významná rekreační a estetická funkce lesa. Ve velmi cenném přírodním prostředí se nachází 9 maloplošných chráněných území. K návštěvám a studiu slouží arboretum Řícmanice. Na převažujícím vápencovém podloží jsou porosty většinou smíšené, zastoupeny jsou všechny domácí listnaté i jehličnaté dřeviny, vynikajících výsledků se dosahuje v podrobném bukovém hospodářství. Roční úkol představuje těžbu ve výši 13 800 m<sup>3</sup>, zalesnění 24 ha, výchovné zásahy čítají 41 ha prořezávek a 186 ha probírek. Na polesí Bílovice nad Svitavou se nacházejí také mnohé demonstrační a výzkumné plochy (*www.slpkřtiny.cz*, 19. 3 2015).

Především je však v současnosti Školní lesní podnik Masarykův les Křtiny Mendelovy univerzity v Brně na základě platného zákona o vysokých školách pro své vybavení a dlouhodobé výsledky důležitým objektem pro pedagogickou činnost a slouží pro vědecké bádání nejen posluchačům MENDELU, ale i studentům a odborníkům z České republiky, Evropské unie i dalších států světa. Tradice ŠLP spočívá především v užití jemnějších způsobů obhospodařování lesních porostů, s minimálními holosečnými prvky a s využitím přirozené obnovy (Mauer, 2013).

### **5.1.1 Přírodní podmínky**

#### **Hydrologické poměry**

Území je odvodňováno převážně řekou Svitavou, západní část Ponávkou, severovýchodní okraj Rakovcem. Samostatné části Sokolnice a Rajhrad leží na aluviích

Zlatého potoka a Svratky. Všechny uvedené toky náleží do povodí Dyje, úmoří Černého moře (Morava, Dunaj), (Kol. autorů, 2012a).

### **Orografické poměry**

LHC ŠLP Masarykův les Křtiny náleží dle orografického členění k Dražanské vrchovině. Odloučené části bažantnice Rajhrad a obora Sokolnice náleží k Jihomoravským úvalům, části Dyjsko-svratecký úval, která patří do provincie Západní Karpaty, soustavy Vněkarpatských sníženin, podsoustavy Západních Vněkarpatských sníženin.

Dražanská vrchovina patří do provincie Česká vysočina, Českomoravské soustavy, podsoustavy Brněnská vrchovina. Do území LHC zasahují všechny tři součásti Dražanské vrchoviny – Moravský kras, Adamovská vrchovina a Konická vrchovina (Kol. autorů, 2012a).

Nejnižším bodem je koryto řeky Svitavy v Brně s výškou asi 200 m, nejvyšší kótou je plochý vrchol Proklet v Konické vrchovině s nadmořskou výškou 574 m n. m. Typická nadmořská výška území na západě činí 250 – 500 m, v Moravském krasu 300 – 530 m, ve východní části v Konické vrchovině 380 – 570 m. Nadmořská výška v odloučených komplexech bažantnice Rajhrad a oboře Sokolnice se pohybuje v rozmezí od 187 do 208 m n. m. (Kol. autorů, 2012a).

### **Geologické poměry**

Z hlediska geologických poměrů se nejvíce na stavbě podílí brněnský pluton, devon Moravského krasu a kulm Konické vrchoviny. Adamovská vrchovina je nejvíce budována brněnským masivem, tj. hlavně amfibolickými granodiority, místy i diority a diabasy. Tento tzv. brněnský pluton je přítomen na Z části a je převládající v JV části LHC. Okrajově na SZ lesní trati Krutů vystupují i devonské křemité slepence a jílovce od zóny Babího lomu. Moravský kras je tvořen převážně z čistých devonských vápenců, pouze zcela podružně sem zasahuje granodiorit brněnského masivu, nebo bazální devon ve formě nevápnitých slepenců a jílovců. Většinu území Konické vrchoviny na území ŠLP představují jednotvárná souvrství mořského spodního karbonu – kulmu tzn. jílovité břidlice, droby, zčásti i slepence (Kol. autorů, 2012a).

### **Pedologické poměry**

Půdy na extrémních stanovištích zastupují ojediněle litozem, regozem a především ranker. Exponovaná stanoviště náleží často k přechodům mezi rankerem a kambizemí. Půdy na kyselých stanovištích jsou na horninách poněkud méně zásobených živinami. Představují oligotrofní varianty půdních typů. Jsou středně úrodné. Převažuje kambizem oligotrofní a kambizem mezotrofní na neutrálních půdotvorných substrátech. Živná stanoviště se nacházejí na horninách poměrně dobře zásobených živinami. Jsou značně úrodné. Mezi půdy na podmáčených stanovištích náleží glej, který často přechází ke kambizemi. Půdy lužní jsou vázány na údolní nivy větších potoků a řek, které tvořily v době záplav aluviální akumulaci materiálu. Fluvizem je bohatá humusem i živinami. Půdy s trvale zvýšenou hladinou spodní vody tvoří přechod ke glejům (Kol. autorů, 2012a).

### **Klimatické poměry**

Podle klimatického členění dle Quitta E. (Klimatické oblasti ČR, Studia geografická č. 16/1971) spadá území ŠLP Křtiny do klimatické oblasti: MT 11, MT 10, MT 9, MT 7, MT 5, MT 3 a odloučené části bažantnice Rajhrad T 4 a obora Sokolnice T 2.

MT 3 – krátké léto, mírně až mírně chladné, suché až mírně suché, přechodné období normální až dlouhé, s mírným jarem a mírným podzimem, zima je normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky.

MT 5 – normální až krátké léto, mírné až mírně chladné, suché až mírně suché, přechodné období normální až dlouhé, s mírným jarem a mírným podzimem, zima je normálně dlouhá, mírně chladná, suchá až mírně suchá s normální až krátkou sněhovou pokrývkou.

MT 7 – normálně dlouhé, mírné, mírně suché léto, přechodné období je krátké, s mírným jarem a mírně teplým podzimem, zima je normálně dlouhá, mírně teplá, suchá až mírně suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky.

MT 9 – dlouhé léto, teplé, suché až mírně suché, přechodné období krátké s mírným až mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem. Krátká zima, mírná, suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

MT 10 – dlouhé léto, teplé a mírně suché, krátké přechodné období s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, krátká zima mírně teplá a velmi suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

MT 11 – dlouhé léto, teplé a suché, přechodné období s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky.

T 2 – dlouhé léto, teplé a suché, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem, krátkou, mírně teplou, suchou až velmi suchou zimou, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky.

T 4 – velmi dlouhé léto, velmi teplé a velmi suché, přechodné období je velmi krátké, s teplým jarem a podzimem, zima je krátká, mírně teplá a suchá až velmi suchá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky (Quitt, 1971).

Klima tedy vykazuje výrazný gradient z okolí Brna, které je teplé a poměrně suché. Podnebí je značně modifikováno členitým terénem, klima vykazuje ostré rozdíly na krátkých vzdálenostech. Jižní okraj má velmi teplé podnebí umocněné jižní orientací svahů (Hády). Průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje v rozmezí 6,6 °C – 8,1 °C. V samostatných částech Rajhrad a Sokolnice 8,6 °C – 9 °C. Průměrná roční teplota je tedy 7,5 °C. Průměrný roční úhrn srážek činí 600 mm s rozmezím 528 – 685 mm. Délka období s průměrnou denní teplotou vzduchu 5 °C činí 210 – 220 dní, 10 °C 150 – 160 dní a 15 °C 80 dní. Langův dešťový faktor v nižších polohách převládá v rozmezí hodnot 55 – 90, což je semihumidní srážková oblast a ve vyšších polohách v hodnotách nad 90, což náleží do humidní srážkové oblasti (Kol. autorů, 2012a).

### **Geobiografické členění**

Podle biografického členění se území LHC řadí do provincie středoevropských listnatých lesů, podprovincie hercynské a spadá pod tři bioregiony:

- 1.24 Brněnský – západní část LHC celého polesí Vranov, západní část polesí Habrůvka a Bílovice.
- 1.25 Macošský – střední část polesí Habrůvka a východní část polesí Bílovice.
- 1.52 Dražanský – východní část polesí Habrůvka.

Jižní okraj LHC zasahuje do podprovincie severopanonské a náleží do tří bioregionů:

- 4.1 Lechovický – jižní oddělené části LHC, obora u Sokolnic a západní část u bažantnice Rajhrad.
- 4.3 Hustopečský – východní okraj obory u Sokolnic.
- 4.5 Dyjsko-moravský – východní část bažantnice u Rajhradu, (Kol. autorů, 2012a).

### 5.1.2 Přírodní lesní oblasti

Z hlediska PLO náleží LHC ŠLP Křtiny do PLO 30 – Drahanská vrchovina a do PLO 35 – Jihomoravské úvaly. Drahanská vrchovina zaujímá celý komplex severně od Brna a tvoří 98,7 % PUPFL. Samostatné části obora Sokolnice a bažantnice Rajhrad se nacházejí v PLO 35 a tvoří 1,3 % PUPFL (Kol. autorů, 2012a).

**Tab. 21: Zastoupení jednotlivých PLO (ha).**

PLO	Porostní půda	Bezlesí	Jiné pozemky	Celkem PUPFL
	ha			
30	9 742,35	223,46	127,61	10 093,42
35	101,21	31,56	1,92	134,69
Celkem	9,843	255,02	129,53	10 228,11

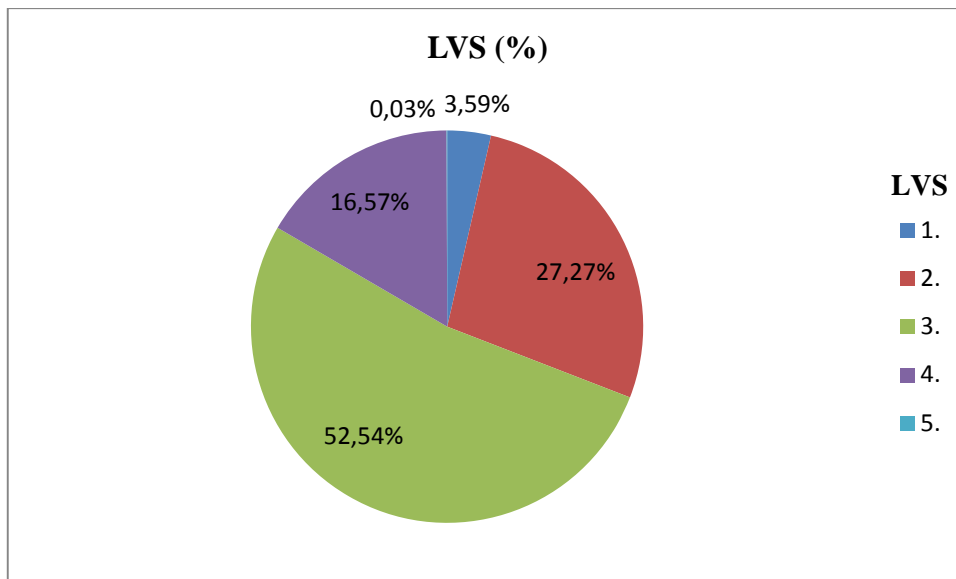
### 5.1.3 Lesní vegetační stupně

Lesní vegetační stupně vyjadřují vztahy mezi klimatem a biocenózou. LHC ŠLP Křtiny se nachází v rozmezí 1. – 5. LVS.

**Tab. 22: Zastoupení jednotlivých LVS (ha).**

LVS	Porostní půda	
	ha	%
1.	353,21	3,59
2.	2 684,11	27,27
3.	5 171,91	52,54
4.	1 631,10	16,57
5.	3,23	0,03
Celkem	9 843,56	100





**Obr. 12: Plošné zastoupení LVS.**

V obr. 12 je znázorněn podíl jednotlivých LVS v procentech. Největší část daného LHC zaujímá 3. LVS s hodnotou necelých 53 %. Dalším značně zastoupeným LVS je 2., který zaujímá přes 27 % a 4. LVS vyskytující se na ploše 16,6 %. 1. LVS se vyskytuje omezeně jen na 3,6 % plochy porostní půdy a nejmenší zastoupení má 5. LVS s hodnotou 0,03 % plochy.

#### **5.1.4 Ekologické certifikáty**

Na základě plnění požadovaných norem je ŠLP držitelem ekologických certifikátů - od roku 1997 FCI a od roku 2003 PEFC. V roce 2011 zde byl slavnostně vyhlášen Lesnický park Masarykův les Křtiny. Třetina podniku se nachází v Chráněné krajinné oblasti Moravský kras a bezmála 40 % lesních porostů ŠLP je zařazeno do evropského programu ochrany přírody NATURA 2000 (Mauer, 2013).

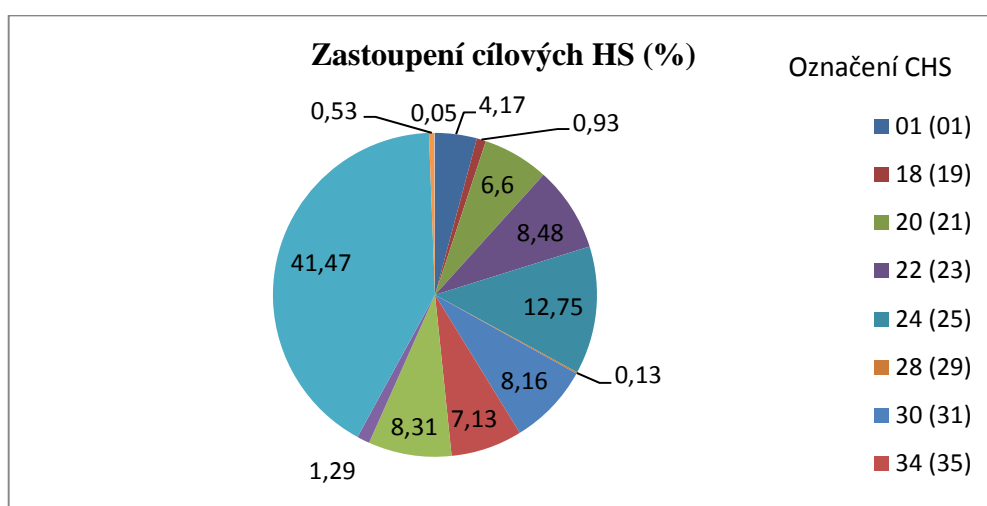
#### **5.1.5 Cílové hospodářské soubory**

V podmínkách ŠLP Křtiny je vyčleněno 13 cílových hospodářských souborů, které jsou přehledně uvedeny v následující tabulce.

**Tab. 23: Zastoupení cílových hospodářských souborů (Kol. autorů, 2012a).**

Cílový hospodářský soubor		Porostní půda	
Označení	Název	ha	%
01 (01)	Mimořádně nepříznivá stanoviště	410,52	4,17
18 (19)	Účelové hospodářství lužních stanovišť	91,19	0,93
20 (21)	Účelové hospodářství exponovaných stanovišť nižších poloh	649,85	6,6
22 (23)	Účelové hospodářství kyselých stanovišť nižších poloh	835,16	8,48
24 (25)	Účelové hospodářství živných stanovišť nižších poloh	1 254,64	12,75
28 (29)	Účelové hospodářství olšových stanovišť na podmáčených půdách	12,45	0,13
30 (31)	Účelové hosp. vysýchavých a sušších acerózních a bazických stanovišť stř. poloh	803,42	8,16
34 (35)	Účelové hospodářství živných bazických stanovišť středních poloh	701,74	7,13
40 (41)	Účelové hospodářství exponovaných stanovišť středních poloh	817,51	8,31
42 (43)	Účelové hospodářství kyselých stanovišť středních poloh	127,32	1,29
44 (45)	Účelové hospodářství živných stanovišť středních poloh	4 082,62	41,47
46 (47)	Účelové hospodářství oglejených stanovišť středních poloh	52,23	0,53
58 (59)	Účelové hospodářství podmáčených stanovišť vyšších a stř. poloh	4,91	0,05
<b>LHC celkem</b>		<b>9 843,56</b>	<b>100</b>

Z tab. 23 je patrné, že značnou část porostní půdy tvoří CHS 44 – účelové hospodářství živných stanovišť středních poloh, zaujímá necelých 42 % porostní půdy. Dalším značně rozšířeným CHS je 24 – účelové hospodářství živných stanovišť nižších poloh s téměř 13 % zastoupením. Ostatní CHS jsou zastoupeny do 10 %.



**Obr. 13: Zastoupení cílových hospodářských souborů.**

### 5.1.6 Kategorizace lesů

Z hlediska kategorizace lesů jsou na ŠLP Křtiny vylišeny 2 kategorie, které jsou uvedeny v tab. 24. Jedná se o kategorii lesa ochranného a lesa zvláštního určení.

**Tab. 24: Plochy zastoupených kategorií lesů.**

Kategorie	Porostní půda (ha)
Les ochranný	420,96
Les zvláštního určení	9 422,60
<b>Celkem LHC</b>	<b>9 843,56</b>

**Tab. 25: Plošné zastoupení dřevin v členění dle lesa pasečného a výběrného.**

Dřevina	les pasečný		les výběrný	
	ha	%	ha	%
smrk	1813,08	18,82	57,74	39,92
jedle	131,31	1,36	30,71	21,23
borovice	799,93	8,3	14,62	10,11
modřín	781,62	8,11	15,74	10,88
douglaska	152,29	1,58	2,01	1,39
jedle obr.	3,5	0,04		
sm. exoty	2,09	0,02		
ostatní jehl.	0,87	0,01		
<b>Celkem jehl.</b>	<b>3 648,69</b>	<b>38,24</b>	<b>120,82</b>	<b>83,53</b>
dub	1 416,40	14,7	0,47	0,32
dub cer	0,53	0,01		
buk	3 177,58	32,98	23,26	16,8
habr	762,73	7,92	0,11	0,08
javor	156,05	1,62		
jasan	158,77	1,65		
jilm	7,55	0,08		
akát	8,39	0,09		
bříza	26,77	0,28		
olše	21,93	0,23		
lípa	171,02	1,78		
topol	16,30	0,17		
vrby	2,69	0,03		
ostatní listn.	22,88	0,24		
<b>Celkem list.</b>	<b>5 949,59</b>	<b>61,78</b>	<b>23,84</b>	<b>16,48</b>
<b>Celkem</b>	<b>9 634,28</b>	<b>100</b>	<b>144,65</b>	<b>100</b>
holina	64,44		0,19	
<b>Celkem LHC (ha)</b>	<b>9 843,56</b>			

### 5.1.7 Zpřístupnění lesa

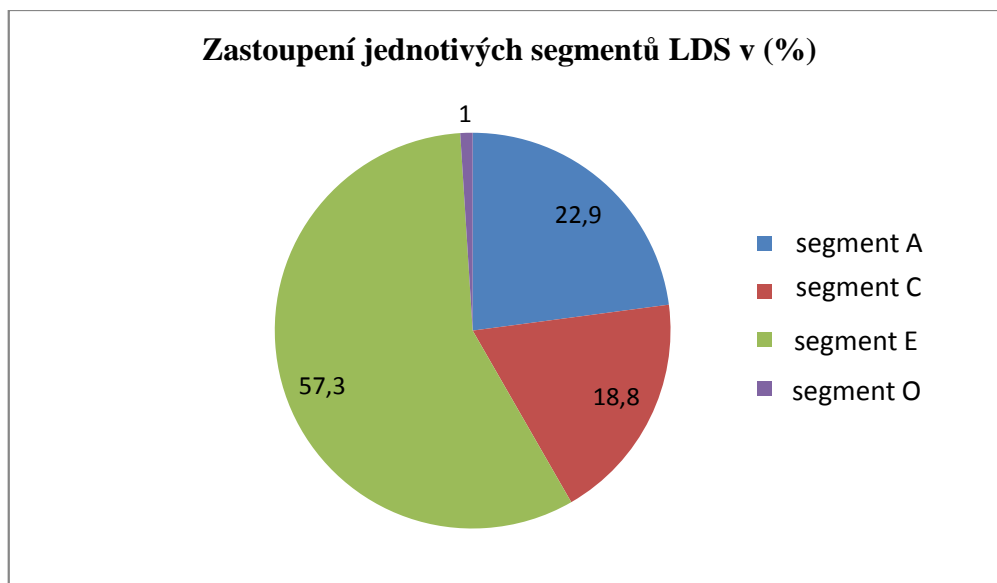
Z hlediska zpřístupnění lesa, které má také značný vliv na efektivnost nasazování HT je LHC ŠLP Křtiny zasazeno do oblasti pahorkatin s nepříznivými podmínkami pro přibližování dříví a pro budování lesní dopravní sítě. Hustota lesní cestní sítě má velký vliv na vývozní vzdálenost od VM na OM, která, zásadně ovlivňuje ekonomiku nasazené HT. Je to území s krátkými, často příkrými svahy členěnými často dalšími zářezy a údolími s obtížnými vnějšími i vnitřními podmínkami, kdy se dříví z jedné porostní skupiny soustřeďuje gravitačním i antigravitačním směrem. Na 1 km cesty gravituje často malá plocha, proto počítaná hustota pak vychází velmi vysoká, ale je jen administrativní, protože při výpočtu hustoty LDS se započítávají i veřejné silnice. Veřejné silnice v této oblasti procházejí značnou délkou lesem, tím jsou započítány, ale z hlediska přibližování a skládkování dříví jsou využitelné jen minimálně. Poměrně velké zastoupení veřejných silnic je způsobeno značnou lesnatostí této oblasti.

**Tab. 26: Zastoupení jednotlivých transportních segmentů s jejich modelovými hustotami (Kol. autorů, 2012a).**

Transportní segment	Modelová hustota LDS	Zastoupení v (%)
A	15 bm/ha	22,9
C	22,5 bm/ha	18,8
E	27,5 bm/ha	57,3
O	nezapočítává se	1

Transportní segment:

- A – roviny a náhorní plošiny
- C – pahorkatiny, cestní síť po hřebenech a údolních polohách
- E – pahorkatiny s členitými svahy, obtížné limitující podmínky s kombinací údolních, etážových i hřebenových cest
- O – dříví je gravitováno k cestám jdoucím mimo les, do modelové hustoty LDS se nezapočítávají.



**Obr. 14: Zastoupení transportních segmentů LDS.**

Hospodaření v lesních porostech vyžaduje jejich dobré dopravní zpřístupnění, z tohoto důvodu je v návaznosti na JPRL postupně stavebně realizována moderně a koncepčně řešená LDS. V členité pahorkatině je hustota pevných odvozních cest 20,1 bm/ha.

Plánování výstavby a údržby LDS úzce souvisí s využívanými technologiemi těžby a dopravy dříví. Z tohoto důvodu je třeba brát ohled na rozměry a hmotnosti používaných strojů, terénní podmínky, rozestupy a šířky jednotlivých přibližovacích (vyvážecích) linek, intenzitu těžebních zásahů aj.

### **5.1.8 Současné těžební technologie využívané na ŠLP Křtiny**

Klasická kombinace harvestoru s vyvážecím traktorem (harvestorový uzel) není v současné době v těžebním procesu na sledovaném majetku využívána, ať už v těžbách obnovních či výchovných. Využíván je pouze vyvážecí traktor či vyvážecí souprava v procesu vyvážení dříví. V podmínkách ŠLP Křtiny je momentálně při těžbě dříví využívána klasická technologie s využitím pouze RMŘP v kombinaci s různými navazujícími technologiemi pro soustředování dříví. Současné využívané technologie znázorňuje tab. 27.

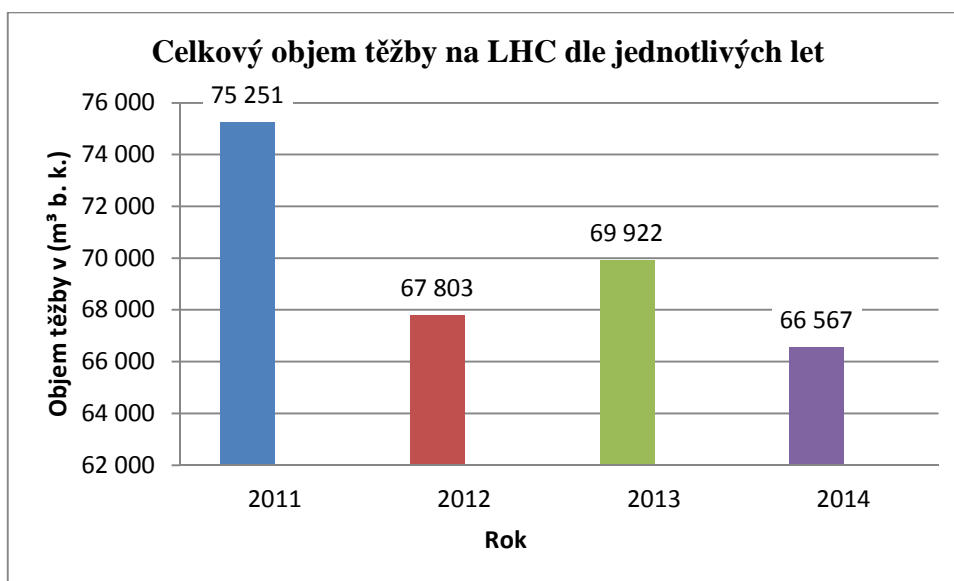
**Tab. 27: Současné využívané těžební technologie – ŠLP Křtiny.**

1 - Těžba a soustředování dříví na OM	RMŘP + UKT
	RMŘP + VYVÁŽECÍ SOUPRAVA
	RMŘP+ VYVÁŽECÍ TRAKTOR
2 - Těžba a soustředování dříví na OM tj. RMŘP + KŮŇ	
3 - Těžba a soustředování dříví lanovkou tj. RMŘP + LANOVKA	
4 - Těžba a soustředování dříví pomocí tj. RMŘP + lanový systém (dlouhé lano)	

Celkový objem těžby za poslední čtyři roky je uveden v následující tab. 28 a pohybuje se okolo 70 tisíc m<sup>3</sup> b. k.

**Tab. 28: Celkový objem těžeb ŠLP Křtiny od roku 2011 do 2014.**

Rok	Objem těžby (m <sup>3</sup> b. k.)
2011	75 251
2012	67 803
2013	69 922
2014	66 567



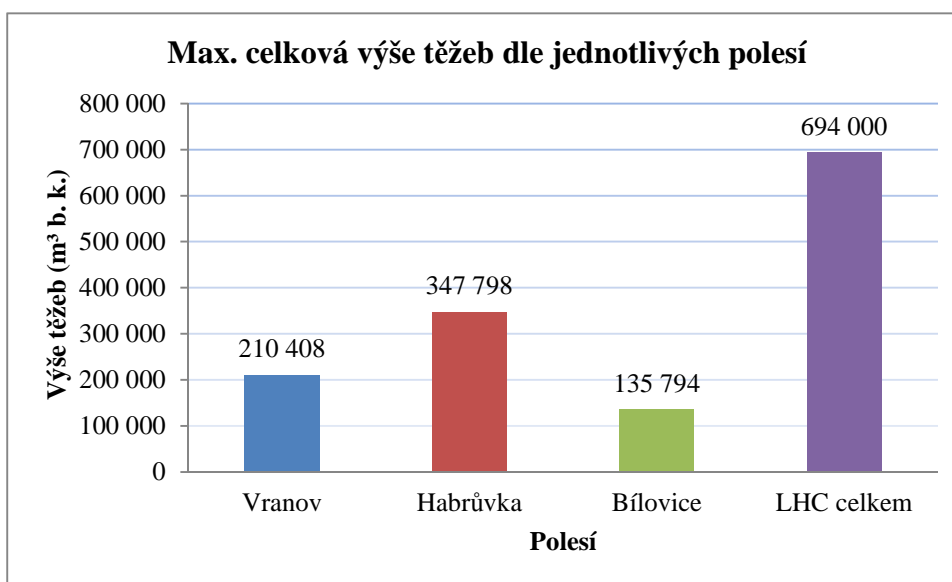
**Obr. 15: Celkový objem ročních těžeb dle jednotlivých let.**

Maximální celková výše těžeb a minimální plošný rozsah výchovných zásahů pro LHC v období platnosti LHP od 1. 1. 2013 do 31. 12. 2022 je uveden v následující tabulce. Celkový plánovaný etát pro dané období činí 694 tisíc m<sup>3</sup> b. k.

**Tab. 29: Rozdělení Max. celkové výše těžeb a min. rozsahu výchovy do 40 let dle jednotlivých polesí (Kol. autorů, 2012a).**

Polesí	Max. celková výše těžeb (m <sup>3</sup> b. k.)				Min. plošný rozsah výchovy do 40 let (ha)		
	mýtní	předmýtní	les výběrný	Celkem	prořezávka	probírka	celkem
Vranov	157 030	53 378		210 408	363,49	398,29	761,78
Habrůvka	269 065	72 383	6 350	347 798	564,32	448,61	1012,93
Bílovice	98 135	37 659		135 794	399,84	382,66	782,50
LHC celkem	524 230	163 420	6 350	694 000	1327,65	1 229,56	2557,21

Z následujícího obr. 16 je patrné, že největší podíl decenálního etátu připadá na polesí Habrůvka v celkovém objemu 347 798 m<sup>3</sup> b. k.



**Obr. 16: Rozdělení decenálního etátu dle jednotlivých polesí pro stávající LHP**

**Tab. 30: Celková max. výše těžeb pro LHC od 1. 1. 2013 do 31. 12. 2022.**

Rozdělení těžeb	(m <sup>3</sup> b. k.)
Mýtní těžba	524 230
Předmýtní těžba	163 420
Výběrný les	6 350
Maximální celková výše těžeb LHC	694 000

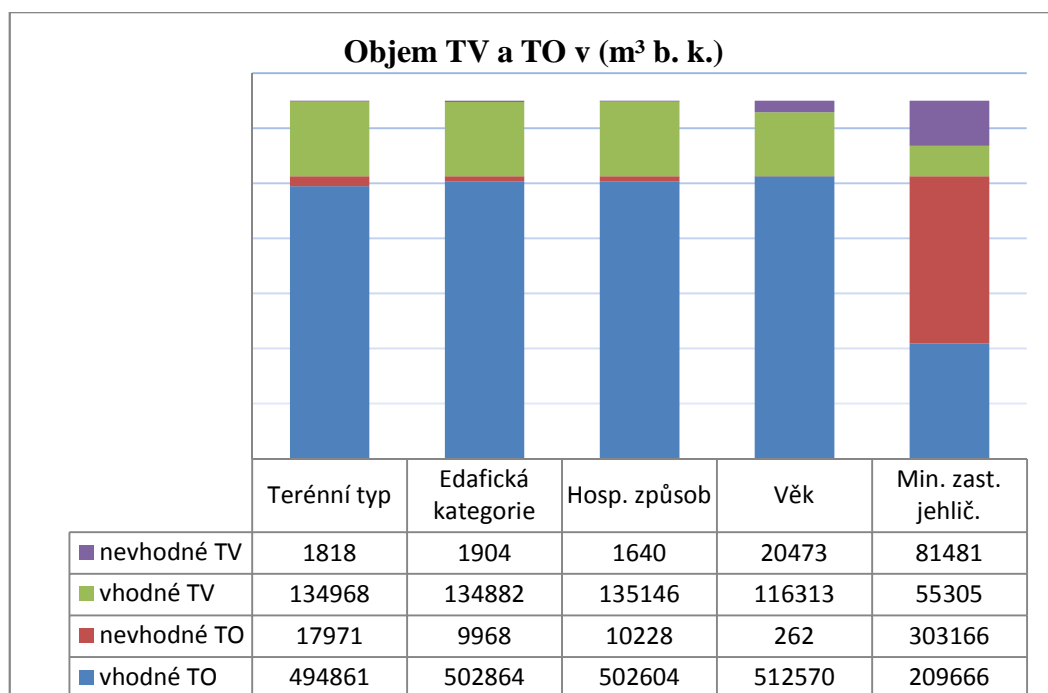
## 5.2 Sumarizace porostů dle stanovených kritérií

### 5.2.1 Všeobecné charakteristiky dle třídění porostů

Výsledky selekce porostů dle stanovených kritérií jsou uvedeny v následující tab. 31. U každé posuzované kategorie byla zjištěna plocha vhodných a nevhodných porostů, dále byla zjišťována plánovaná těžba obnovní a těžba výchovná dle objemů pro porosty vhodné a nevhodné dle všech pěti stanovených kritérií, tzn. terénní typ, edafická kategorie, HZ, věk a zastoupení jehličnanů.

**Tab. 31: Sumarizace porostů dle stanovených kritérií.**

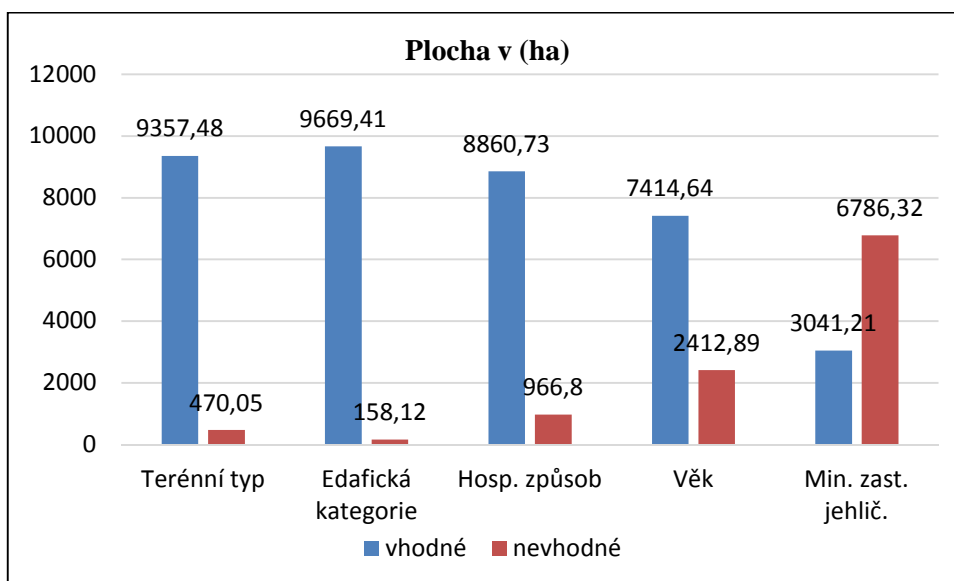
Posuzovaná kategorie	TO (m <sup>3</sup> b. k.)		TV (m <sup>3</sup> b. k.)		Plocha (ha)	
	vhodné	nevhodné	vhodné	nevhodné	vhodné	nevhodné
Terénní typ	494861	17971	134968	1818	9357,48	470,05
Edafická kategorie	502864	9968	134882	1904	9669,41	158,12
Hosp. způsob	502604	10228	135146	1640	8860,73	966,8
Věk	512570	262	116313	20473	7414,64	2412,89
Min. zast. jehličnanů	209666	303166	55305	81481	3041,21	6786,32



**Obr. 17: Znázornění plánované TO a TV dle stanovených kritérií.**



V obr. 17 je znázorněno rozložení plánovaných těžebních zásahů tzn. TO a TV na celkové zásobě porostů, dále rozdělených na objem těžby ve vhodných a objem těžby v nevhodných porostech dle kritérií pro třídění porostů.



**Obr. 18: Plochy porostů dle vhodnosti na základě stanovených kritérií.**

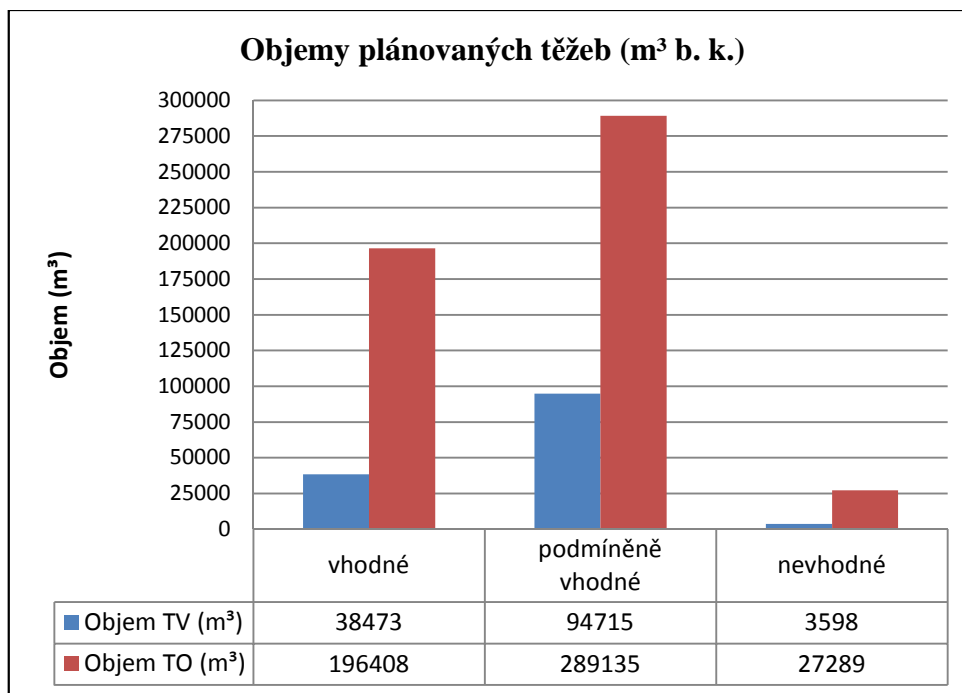
Z předchozího obrázku je patrné, že největší vliv z hlediska plošného zastoupení porostů při posuzování jednotlivých kritérií mělo min. zastoupení jehličnanů, u kterého byla zjištěna hodnota nevhodných porostů 6786,32 ha, naopak nejmenší vliv měla edafická kategorie, která byla nevhodná pouze na ploše 158,12 ha.

### 5.2.2 Rozdělení porostů dle vhodnosti

Na základě stanovených kritérií byla každému porostu po třídění přiřazena barva, která udává, zda je porost vhodný, nevhodný či podmíněně vhodný pro nasazení HT, výsledné údaje jsou sumarizovány v následující tab. 32.

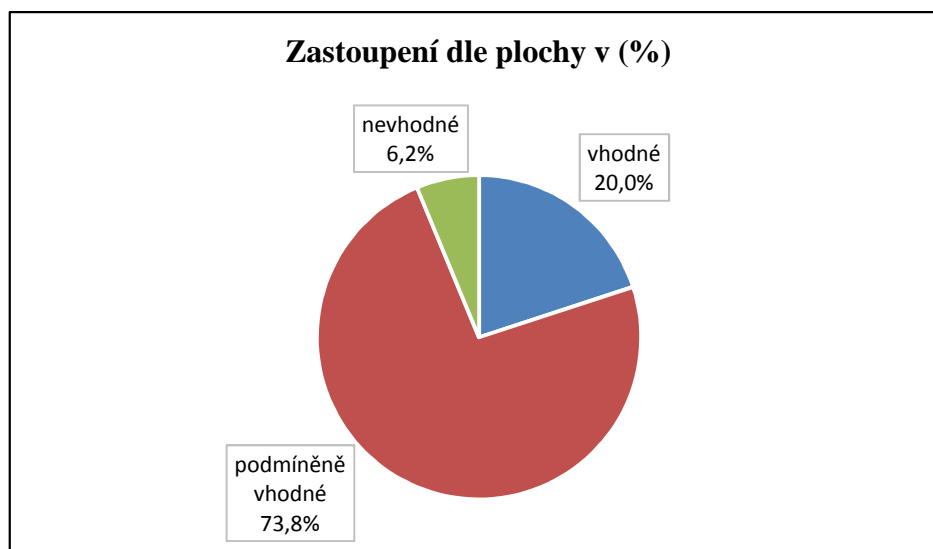
**Tab. 32: Objem těžeb a plocha porostů dle vhodnosti.**

Rozdělení porostů dle vhodnosti							
Porosty	Plocha (ha)	Objem TV(m <sup>3</sup> b. k.)	Objem TO (m <sup>3</sup> b. k.)	Objem těžby celkem(m <sup>3</sup> b. k.)	Zast. Plochy v (%)	Zast. celk. těžby v (%)	Těžba na rok (m <sup>3</sup> b. k.)
vhodné	1962,88	38473	196408	234881	20,0	36,2	23488,1
podmíněně vhodné	7250,54	94715	289135	383850	73,8	59,1	38385
nevhodné	614,11	3598	27289	30887	6,2	4,8	3088,7
<b>Suma</b>	<b>9827,53</b>	<b>136786</b>	<b>512832</b>	<b>649618</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>64961,8</b>



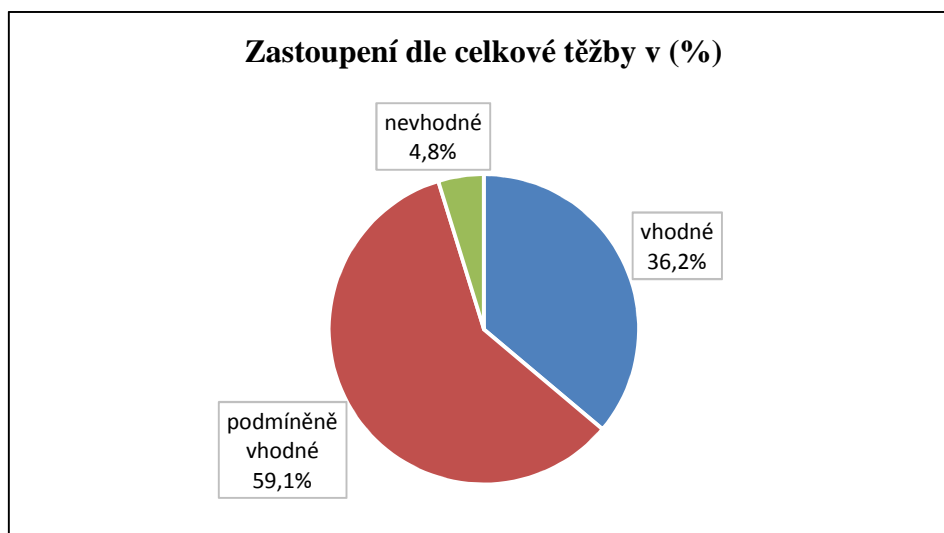
**Obr. 19: Objemy plánovaných těžeb dle vhodnosti.**

Z předchozího obrázku je patrné, že největší objem plánované těžby připadá pro podmíněně vhodné porosty, dále pro vhodné a nejmenší podíl těžeb náleží do kategorie nevhodných porostů.



**Obr. 20: Zastoupení jednotlivých kategorií dle plochy porostů.**

V obr. 20 je znázorněn podíl uplatnění jednotlivých kategorií dle vhodnosti, v závislosti na ploše porostů. Porosty podmíněně vhodné jsou zastoupeny na ploše 73,8 % tj. 7250,54 ha, porosty nevhodné na ploše 6,2 % tj. 614,11 ha a porosty vhodné pro nasazení HT dle stanovených kritérií zaujímají plochu porostů z 20 % o celkové ploše 1962, 88 ha.



**Obr. 21: Zastoupení celkové plánované těžby dle vhodnosti porostů.**

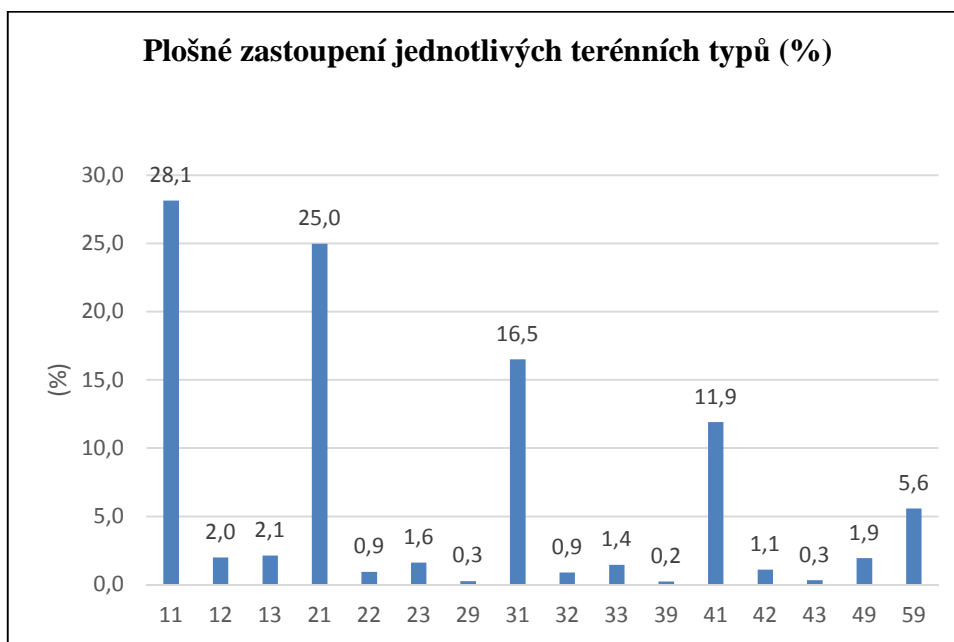
V obr. 21 je znázorněn podíl plánované těžby dle jednotlivých kategorií dle vhodnosti porostů. Celkový objem plánovaných těžebních zásahů činí 649 618 m<sup>3</sup>. Z celkové výše plánovaných těžebních zásahů připadá na nevhodné porosty 30 887 m<sup>3</sup> tj. 4,8 %, a pro porosty podmíněně vhodné 383 850 m<sup>3</sup> tj. 59,1 %. Z hlediska porostů vytříděných dle stanovených kritérií, připadá pro porosty vhodné podíl plánovaných těžebních zásahů ve výši 234 881 m<sup>3</sup>, tzn. možnost využití HT z 36,2 % na celkové výši plánovaných těžeb. V následujících kapitolách 5.2.3 a 5.2.4 jsou dále sumarizovány pouze vhodné porosty z hlediska možného nasazení HT.

### **5.2.3 Sumarizace vhodných porostů pro nasazení HT**

Porosty, které splňují veškerá stanovená kritéria, jsou sumarizovány v následujících tabulkách a grafech této kapitoly dle terénních typů a průměrné hmotnosti stromu.

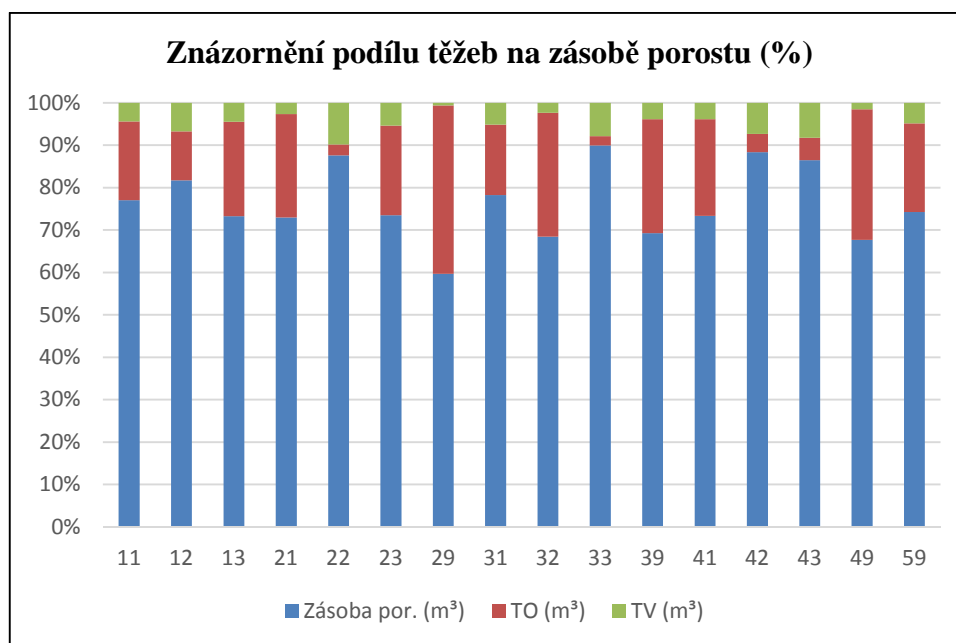
**Tab. 33: Sumy porostů dle terénních typů.**

Sumy porostů dle terénních typů					
Terénní typ	Zásoba por. (m <sup>3</sup> )	TO (m <sup>3</sup> b. k.)	TV (m <sup>3</sup> b. k.)	Plocha por. (ha)	Plocha por. (%)
11	219012	52758	12451	552,36	28,1
12	12971	1837	1074	38,97	2,0
13	16521	5028	1009	42,05	2,1
21	198921	66412	7253	490,01	25,0
22	4958	147	557	18,42	0,9
23	9773	2815	713	31,85	1,6
29	2388	1590	25	5,2	0,3
31	107808	22870	7106	324,15	16,5
32	6432	2742	222	17,37	0,9
33	9787	237	855	28,25	1,4
39	2009	780	113	4,67	0,2
41	77204	23968	4095	233,62	11,9
42	6106	296	508	21,78	1,1
43	1912	117	183	6,58	0,3
49	13438	6111	306	38,03	1,9
59	30643	8646	1999	109,57	5,6
<b>Suma</b>	<b>719883</b>	<b>196408</b>	<b>38473</b>	<b>1962,88</b>	<b>100,0</b>



**Obr. 22: Plošné zastoupení vhodných TT.**

V obr. 22 je znázorněno plošné zastoupení vhodných porostů dle jednotlivých TT v procentech. Největší podíl připadá na trvale únosná podloží tj. TT 11, 21, 31 a 41. Největší zastoupení má TT 11 s hodnotou 28,1 % naopak nejnižší podíl zaujímá TT 39 s hodnotou 0,2 %.

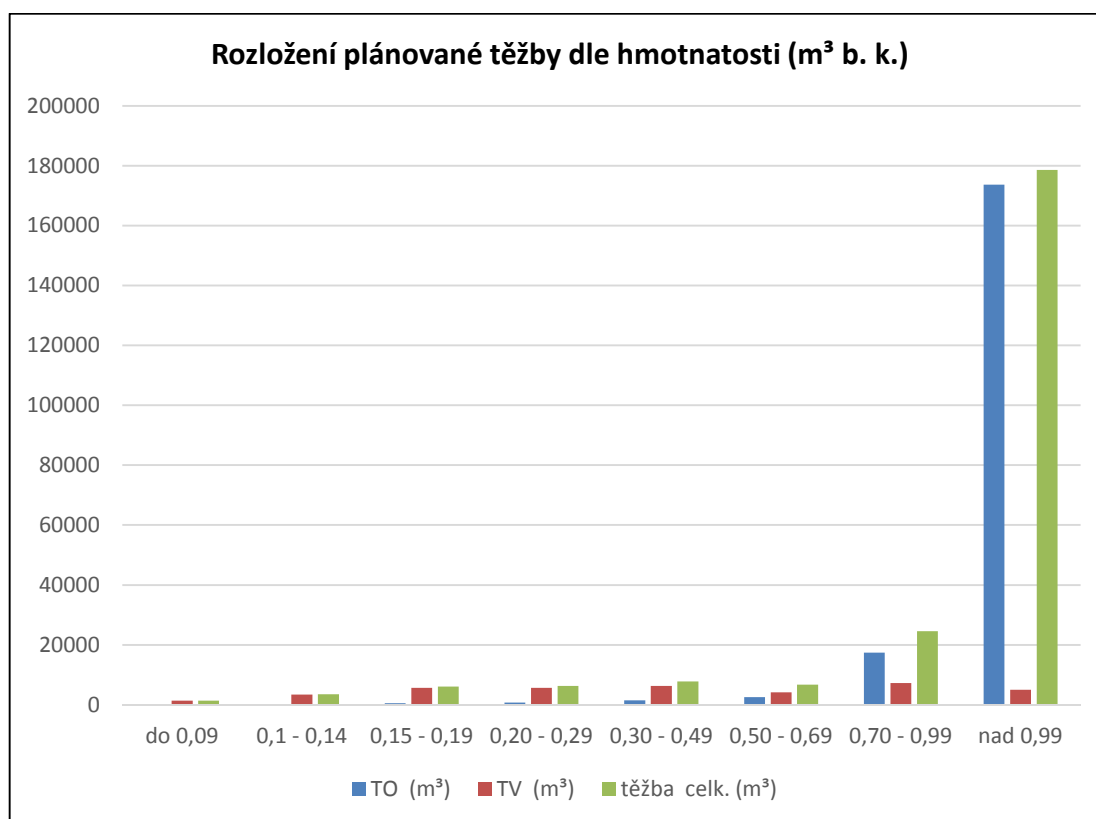


**Obr. 23: Znázornění podílu předepsaných těžeb dle jednotlivých TT.**

V předchozím obrázku je graficky znázorněn podíl plánované TO a TV na zásobě vhodných porostů dle jednotlivých terénních typů v procentech. Zásoba porostů zaujímá vždy celých 100 % a v každém daném sloupci je dále znázorněn procentní úbytek ze zásoby porostů dle jednotlivých plánovaných těžeb obnovních a výchovných v daných TT. Největší plánovaný těžební zásah na úbytek porostní zásoby připadá na TT 29, naopak nejmenší připadá na TT 33. Hlavní rozsah plánovaných těžeb na úkor zásoby porostů je vymezen především mezi 10 až 30 % u daných TT.

**Tab. 34: Rozložení plánované těžby dle hmotnatosti.**

Plánovaná těžba dle hmotnatosti			
Hmotnatost (m <sup>3</sup> )	TO (m <sup>3</sup> b. k.)	TV (m <sup>3</sup> b. k.)	těžba celk. (m <sup>3</sup> b. k.)
do 0,09	22	1325	1347
0,1 - 0,14	175	3367	3542
0,15 - 0,19	465	5615	6080
0,20 - 0,29	677	5603	6280
0,30 - 0,49	1467	6276	7743
0,50 - 0,69	2561	4112	6673
0,70 - 0,99	17410	7196	24606
nad 0,99	173631	4979	178610
<b>Suma</b>	<b>196408</b>	<b>38473</b>	<b>234881</b>



**Obr. 24: Rozložení plánované těžby dle hmotnatosti.**

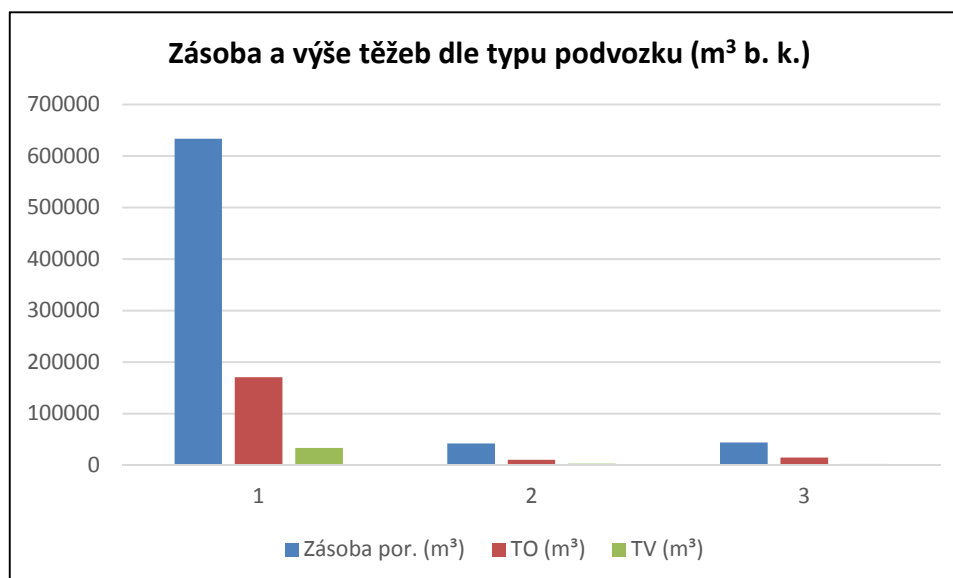
V předchozím obrázku je znázorněno rozložení plánovaných těžeb dle hmotnatostí do jednotlivých tříd. Podle jednotlivých vymezených tříd hmotnatostí je patrný postupný nárůst objemů těžeb se zvyšující se hmotnatostí. Nejvýznamnější podíl těžeb připadá na porosty s průměrnou hmotnatostí nad 0,99 m<sup>3</sup>, která zaujímá 178 610 m<sup>3</sup>. Další významnější třídou hmotnatostí je rozmezí od 0,70 do 0,99 m<sup>3</sup>, která činí 24 606 m<sup>3</sup>.

Ostatní třídy hmotností jsou vymezeny v rozmezí plánovaných těžeb 1 347 až 7 743 m<sup>3</sup>.

#### 5.2.4 Výsledky dle přiřazených podvozků a dle úřezu harvestorové hlavičky

**Tab. 35: Charakteristika vhodných porostů rozčleněných dle typu podvozku.**

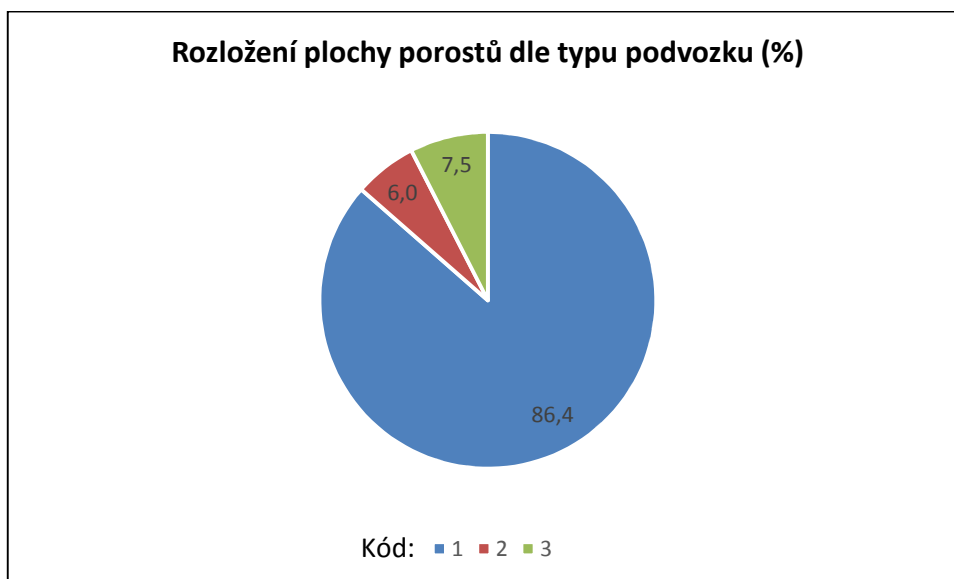
Charakteristika vhodných porostů dle podvozků							
kód	Zásoba por. (m <sup>3</sup> )	TO (m <sup>3</sup> b. k.)	TV (m <sup>3</sup> b. k.)	Těžba celk. (m <sup>3</sup> b. k.)	Těžba celk. (%)	Plocha por. (ha)	Plocha por. (%)
1	633412	171084	33266	204350	87,0	1696,66	86,4
2	42390	10567	2902	13469	5,7	118,6	6,0
3	44081	14757	2305	17062	7,3	147,62	7,5
<b>Suma</b>	<b>719883</b>	<b>196408</b>	<b>38473</b>	<b>234881</b>	<b>100,0</b>	<b>1962,88</b>	<b>100,0</b>



**Obr. 25: Zásoba a výše těžeb v porostech dle typu podvozku.**

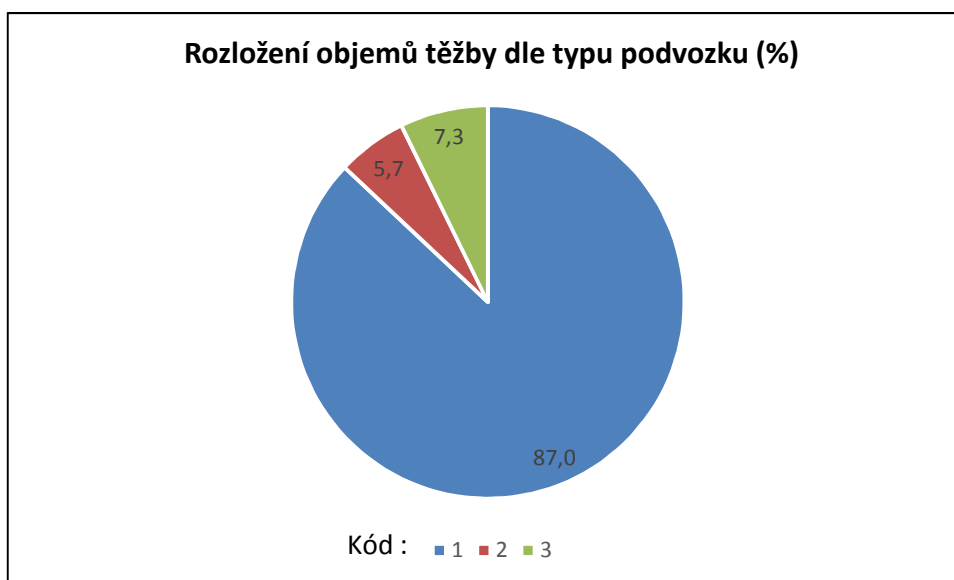
V předchozím obrázku je znázorněn podíl uplatnění jednotlivých typů podvozků dle zásob daných porostů a jejich plánovaných těžeb. Největší podíl připadá na kolové podvozky, tzn. zásobu porostů 633 412 m<sup>3</sup> a plánovanou celkovou těžbu 204 350 m<sup>3</sup>. Pro kategorii č. 2, na podmíněně vhodných TT s nezbytným využitím kolopásových nebo pásových podvozků připadá zásoba porostů o objemu 42 390 m<sup>3</sup> a plánovaná těžba ve výši 13 469 m<sup>3</sup>. Kategorie č. 3 je vyčleněna podmíněně vhodnými TT s nezbytným využitím kolových, kolopásových nebo pásových podvozků s doplňkem trakčních

navijáků popř. využití kráčejších forem podvozků. Pro tuto kategorii je zjištěna zásoba porostů o objemu 44 081 m<sup>3</sup> a plánovaná těžba ve výši 17 062 m<sup>3</sup>.



**Obr. 26: Rozložení plochy vhodných porostů dle typu podvozku.**

Z předchozího obr. 26 je patrné že největší podíl plochy vhodných porostů pro nasazení HT připadá na kolové podvozky, které se uplatní na ploše 1696,66 ha, tzn. 86,4 %. Ostatním dvěma typům s nezbytnými doplňky kolových podvozků popř. pásových či kráčejších variant podvozků připadá 13,5 % plochy vhodných porostů.



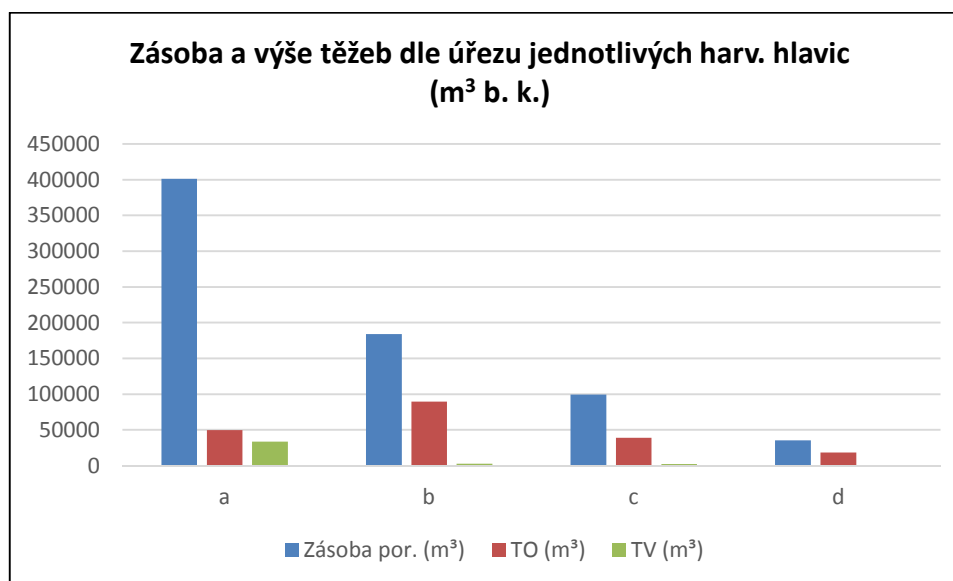
**Obr. 27: Rozložení objemů plánované těžby dle typu podvozku.**



Z hlediska objemů plánované těžby náleží opět největší podíl pro kategorii kolových podvozků, viz obr. 27, která zaujímá 87 % plánovaných těžeb. Na podvozky s nezbytnými doplňky připadá objem plánovaných těžeb ve výši 13%. Z toho kategorie 2 zaujímá 5,7 % a kategorie 3 zaujímá zbytek, tzn. 7,3 %.

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

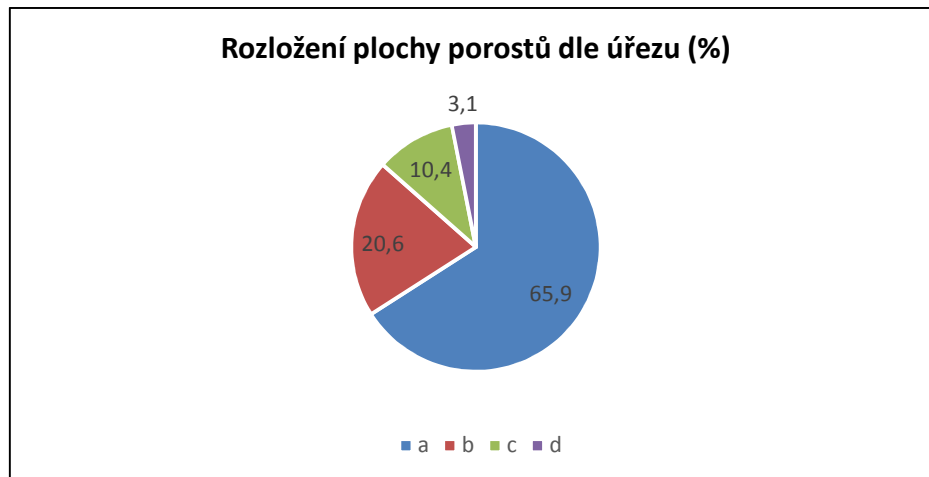
Charakteristika vhodných porostů dle úřezu harvest. hlavice							
kód	Zásoba por. (m <sup>3</sup> )	TO (m <sup>3</sup> b. k.)	TV (m <sup>3</sup> b. k.)	Těžba celk. (m <sup>3</sup> b. k.)	Těžba celk. (%)	Plocha por. (ha)	Plocha por. (%)
a	401022	49765	33474	83239	35,4	1294,28	65,9
b	184182	89412	2827	92239	39,3	404,1	20,6
c	99373	39014	2070	41084	17,5	203,36	10,4
d	35306	18217	102	18319	7,8	61,14	3,1
<b>Suma</b>	<b>719883</b>	<b>196408</b>	<b>38473</b>	<b>234881</b>	<b>100,0</b>	<b>1962,88</b>	<b>100,0</b>



**Obr. 28: Zásoba a výše těžeb vhodných porostů dle úřezu harvestorových hlavic.**

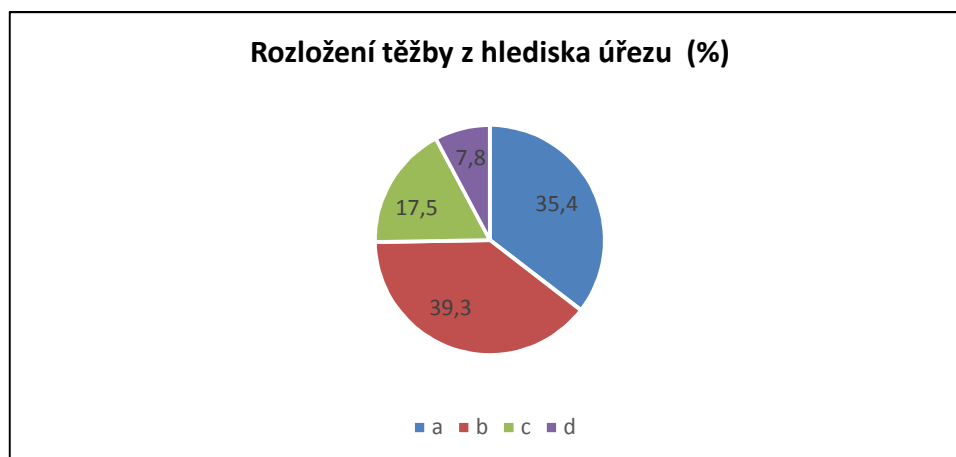
V obr. 28 je znázorněno rozdělení zásob a výše plánovaných těžeb porostů dle jednotlivých kategorií úřezu harvestorových hlavic. Na kategorii "a" s porosty s max. tloušťkou v místě předpokládaného pařezu do 50 cm připadá největší zásoba porostů o celkovém objemu 401 022 m<sup>3</sup> a celková výše plánovaných těžebních zásahů činí 83 239 m<sup>3</sup>. Kategorie "b" s porosty o tloušťce v předpokládaném místě pařezu v rozmezí 50 až 60 cm zaujímá zásobu porostů o celkovém objemu 184 182 m<sup>3</sup> a plánovanou výši těžeb

92 239 m<sup>3</sup>. Kategorie “c” s porosty o tloušťce v předpokládaném místě pařezu v rozmezí 60 až 75 cm zaujímá zásobu porostů o celkovém objemu 99 373 m<sup>3</sup> a plánovaná výše těžeb je 41 084 m<sup>3</sup>. Poslední kategorie “d” je vymezena úřezem v předpokládaném místě pařezu nad 75 cm. Porostní zásoba v těchto dimenzích činí objem 35 306 m<sup>3</sup> a plánovaná výše těžeb činí 18 319 m<sup>3</sup>.



**Obr. 29: Rozložení plochy vhodných porostů dle úřezu harvestorových hlavic.**

V předchozím obrázku je znázorněno rozložení plochy porostů v procentech dle jednotlivých kategorií úřezu. Kategorie “a” s úřezem do 50 cm v místě pařezu zaujímá z celkové plochy vhodných porostů 65,9 %. Kategorie “b” s úřezem v rozmezí 50 až 60 cm zaujímá 20,6 % plochy, kategorie “c” s úřezem v rozmezí 60 až 75 cm zaujímá 10,4 % plochy a poslední kategorie “d” s úřezem nad 75 cm zaujímá 3,1 % plochy vhodných porostů pro nasazení HT.



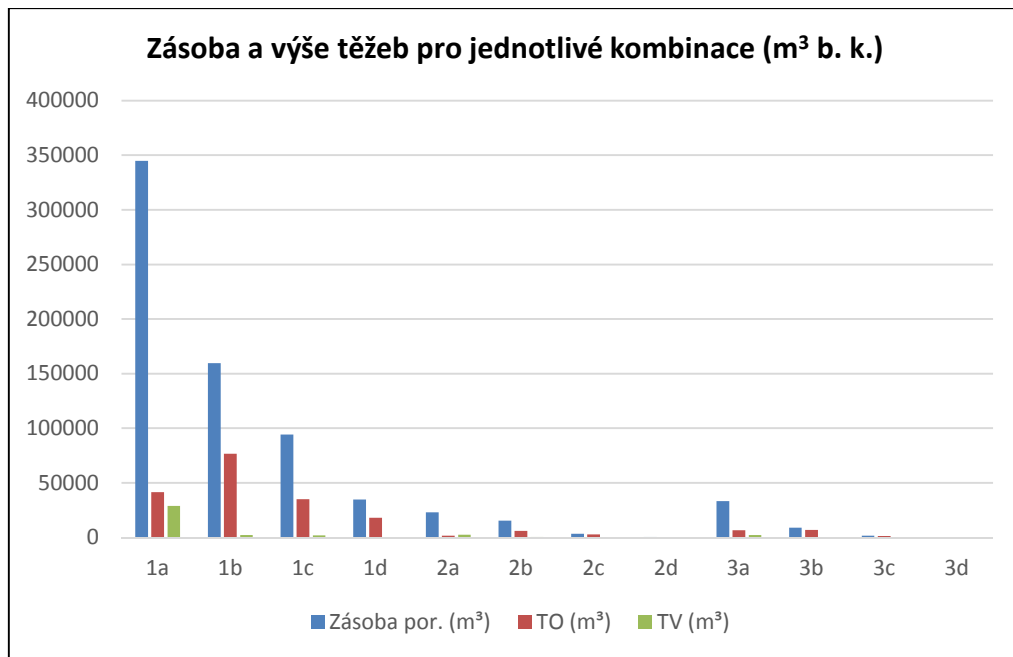
**Obr. 30: Rozložení plánovaných těžeb dle úřezu harvestorových hlavic.**

V obr. 30 je znázorněn podíl plánovaných těžeb vhodných porostů připadající každé kategorii dle úřezu harvestorové hlavice. Pro kategorii “a” s úřezem do 50 cm připadá 35,4 %, pro kategorii “b” s úřezem 50 až 60 cm připadá 39,3 %, pro kategorii “c” s úřezem 60 až 75 cm připadá 17,5 % a pro kategorii “d” náleží těžba ve výši 7,8 %.

### 5.2.5 Výsledná kombinace vhodných podvozků a úřezu harvestorových hlavic

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

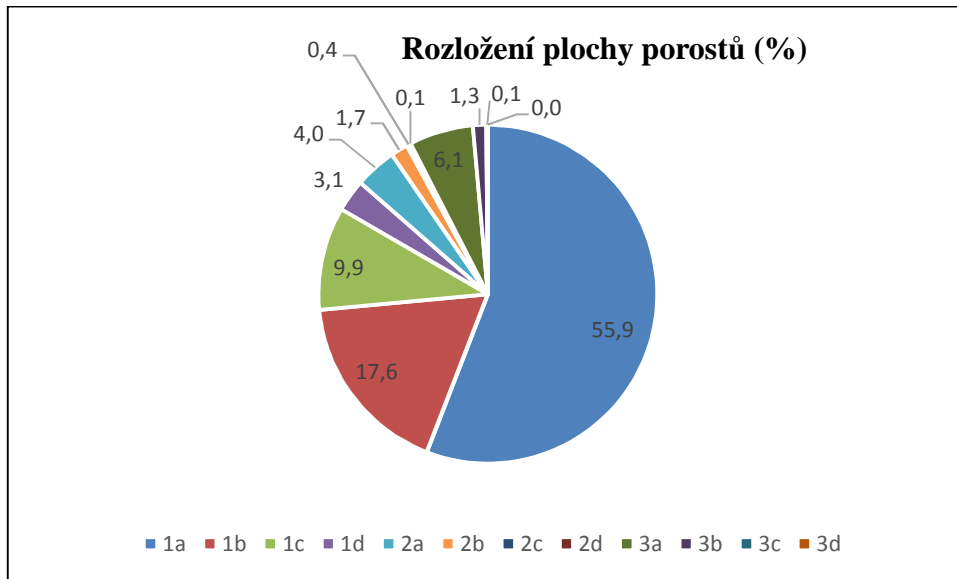
Charakteristika porostů dle kombinace podvozku a schopnosti úřezu harv. hlavice								
kód	Zásoba por. (m <sup>3</sup> )	TO (m <sup>3</sup> b. k.)	TV (m <sup>3</sup> b. k.)	Těžba celk. (m <sup>3</sup> b. k.)	Těžba celk. (%)	Plocha por. (ha)	Plocha por. (%)	Těžba na rok (m <sup>3</sup> b. k.)
1a	344722	41482	28806	70288	29,9	1096,8	55,9	7028,8
1b	159695	76612	2357	78969	33,6	346,36	17,6	7896,9
1c	94104	34908	2009	36917	15,7	193,41	9,9	3691,7
1d	34891	18082	94	18176	7,7	60,09	3,1	1817,6
2a	23086	1756	2363	4119	1,8	77,81	4,0	411,9
2b	15391	5913	470	6383	2,7	32,48	1,7	638,3
2c	3498	2763	61	2824	1,2	7,26	0,4	282,4
2d	415	135	8	143	0,1	1,05	0,1	14,3
3a	33214	6527	2305	8832	3,8	119,67	6,1	883,2
3b	9096	6887	0	6887	2,9	25,26	1,3	688,7
3c	1771	1343	0	1343	0,6	2,69	0,1	134,3
3d	0	0	0	0	0,0	0	0,0	0
<b>Suma</b>	<b>719883</b>	<b>196408</b>	<b>38473</b>	<b>234881</b>	<b>100,0</b>	<b>1962,88</b>	<b>100,0</b>	<b>23488,1</b>



**Obr. 31: Zásoba a výše těžeb ve vhodných porostech dle optimálního typu podvozku a úřezu.**

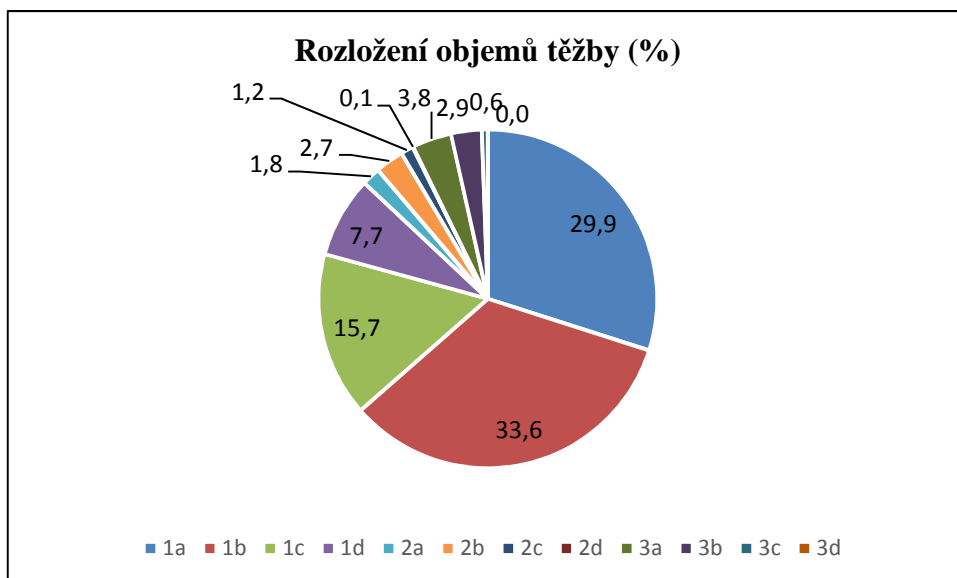
V obr. 31 je přehledně znázorněna zásoba vhodných porostů a jim dále předepsaná TO a TV pro jednotlivé kategorie výsledků, dle přiřazeného vhodného typu podvozku a harvesterové hlavice s dostatečným úřezem pro daná rozmezí tloušťek v předpokládaném místě pařezu. Nejvýznamnější část těžebních možností připadá na kolové podvozky tj. kategorie 1a až 1d. Pro kombinaci 1a, tj. kolový podvozek a harvesterová hlavice s úřezem do 50 cm, připadá předepsaná těžba ve výši 70 288 m<sup>3</sup>. Největší zjištěný podíl těžby však náleží kombinaci 1b, která je vymezena kolovým podvozkem a úřezem v rozmezí 50 až 60 cm, s plánovanou těžbou ve výši 78 969 m<sup>3</sup>. Další dvě kategorie kolových podvozků s úřezem nad 60 cm, tzn. kategorie 1c a 1d zaujímají plánovanou těžbu ve výši 55 093 m<sup>3</sup>. Pro kategorie 2a a 2b, které jsou podmíněny kolopásovými, popř. pásovými podvozky s úřezem do 60 cm připadá celková výše plánovaných těžeb o objemu 10 502 m<sup>3</sup>. Pro kategorie 2c a 2d, které jsou podmíněny taktéž kolopásovým či pásovým podvozkem se schopností úřezu harvesterové hlavice nad 60 cm připadá těžba ve výši 2 967 m<sup>3</sup>. Pro kategorii 3a, 3b a 3c, které jsou podmíněny kolovými popř. kolopásovými či pásovými podvozky, s nezbytným doplňkem trakčního navijáku, či s využitím kráčející varianty podvozku v těchto limitujících sklonech se schopností úřezu harvesterové hlavice v rozmezích do 50 cm, 50 až 60 cm a 60 až 75 cm, je plánovaná celková výše těžeb 17 062 m<sup>3</sup>. Pro kombinaci 3d, která je vylišena podmíněně nezbytným typem podvozku, jako u

předchozích třech kategorií a s úřezem v předpokládaném místě pařezu nad 75 cm, se vhodné porosty pro danou kombinaci nevyskytují.



**Obr. 32: Rozložení výsledných kombinací dle plochy vhodných porostů.**

V obr. 32 je znázorněn podíl jednotlivých kategorií výsledků dle kombinace vhodného typu podvozku a harvestorové hlavice dle úřezu. Největší plošný podíl připadá na kategorii 1a, která zaujímá téměř 56 %, následuje kategorie 1b s hodnotou 17,6 % a 1c s hodnotou téměř 10 %. Ostatní kategorie jsou vymezeny hodnotami do 4 %.



**Obr. 33: Rozložení výsledných kombinací dle uplatnění na plánované těžbě.**

V obr. 33 je znázorněn podíl jednotlivých vylišených kategorií na základě vhodného typu podvozku a úřezu harvestorové hlavice na celkové plánované těžbě v porostech vhodných pro nasazení HT. Největší uplatnění připadá na kategorii 1b, která zaujímá 33,6 %, dále je se značným podílem vylišena kategorie 1a, která zaujímá téměř 30 %. Kategorie 1c zaujímá 15,7 %, ostatní kategorie zaujímají podíl na celkové plánované těžbě ve vhodných porostech do 8 %.

### **5.3 Posouzení možnosti využití HT v terénu**

Z hlediska posouzení porostů dle vhodnosti v terénu bylo vyhodnoceno 18 porostů se stručnou charakteristikou a navrhnutá opatření, která je možno vyvodit z daného šetření. Následující dvě tabulky jsou ukázkou provedeného zpracování. Ostatní porosty jsou uvedeny na CD, které je přílohou této práce.

**Tab. 38: Posuzovaný porost 178 A 11.**

Porost	178 A 11	Plocha (ha)	4,67	Zakm.	8	Věk	110
Dřevina zast. (%)	SM 94, JD 1, BO 2, MD 2, BK 1						
Zásoba por. (m <sup>3</sup> b.k.)	2 671	HZ	3	Přibližovací vzd. (m)	200		
Plánovaná těžba	Plánovaná TO na ploše 1,43 ha						
TT	11	SLT	4 H	obj. stř. km. (m <sup>3</sup> b. k.)	1,64	Sklon (%)	do 10
<b>Zjištěné závěry z terénu</b>	<p>Jedná se o vhodný porost dle všech stanovených kritérií. Jedná se o kvalitní SM porost s výskytem přirozené obnovy, která je postupnými těžebními zásahy uvolňována. Ostatní vtroušené dřeviny jsou v tomto porostu také kvalitní a většinou snadno zpracovatelné. Z hlediska terénních podmínek se porost nachází takřka na rovině. Plánovaná těžba činí objem 818 m<sup>3</sup>. Za roky 2013 a 2014 bylo v tomto porostu již vytěženo 357 m<sup>3</sup>. V současné době je v porostu opět vyznačen uvolňovací zásah, ale dosud neproveden. Pro porost je navržen kolový typ podvozku a harvesterová hlavice s úřezem v rozmezí 50 až 60 cm. Porost je dobře zpřístupněn z hlediska LDS. Přibližovací vzdálenost je optimální do 200 m. Při nasazení HT nezbytně zohledňovat výskyt přirozené obnovy a veškeré úkony nezbytné pro zpracování těžných stromů provádět mimo ohniska výskytu náletu. Jedná se o podrostní způsob, a proto bude nezbytně nepoškodit ponechávané jedince. Pohyb HT je možný i po porostu za vhodných klimatických podmínek. Porost je vhodný pro nasazení středních a velkých harvesterových uzlů. Porost označen za vyhovující.</p>						

**Foto porostu**



**Tab. 39: Posuzovaný porost 177 B 9.**

Porost	177 B 9	Plocha (ha)	1,08	Zakm.	10	Věk	82
Dřevina zast. (%)	SM 35, JD 5, DG 3, DBZ 3, BK 54						
Zásoba por. (m <sup>3</sup> b.k.)	499	HZ	1	Přibližovací vzd. (m)	100		
Plánovaná těžba	Plánovaná těžba výchovná na celé ploše porostu.						
TT	11	SLT	4 B	obj. str. km. (m <sup>3</sup> b. k.)	0,7	Sklon (%)	do 10
<b>Zjištěné závěry z terénu</b>	<p>Tento porost je označen dle stanovených kritérií za podmíněně vhodný. Nesplňuje podmínku min. zastoupení jehličnanů 60 %. Skutečné zastoupení je 43 % jehličnanů. Jedná se o kvalitní smíšený porost. S mírnou převahou listnáčů, které jsou zde poměrně kvalitní, výskyt dvojáků není častý. Porost by bylo možné v daných podmínkách zpracovat harvestorem. Tento porost je přehledný, dobře přístupný a v ideálních terénních podmínkách, téměř na rovině. Navržen je opět kolový podvozek a harvestorová hlavice se schopností úřezu v rozmezí 50 až 60 cm. Pro zpracování tohoto porostu by bylo vhodné využít harvestorovou hlavici finského typu, s kratším rámem a čtyřmi válci posuvu. V porostu se nevyskytuje přirozené zmlazení. Porost je vhodný pro středně velký harvestor. Těžba v tomto porostu nebyla provedena. Vyznačen mírný zásah o plánovaném objemu těžby 41 m<sup>3</sup>. Porost je označen za podmíněně vhodný pro nasazení HT, ale z důvodu výskytu poměrně kvalitních listnatých stromů je možnost uplatnit HT.</p>						

**Foto porostu**





## 5.4 Návrh optimálních kombinací harvestorových uzlů

Pro jednotlivé skupiny výsledků dle průměrné hmotnosti jsou navrženy vhodné harvestorové uzly. Jsou uvedeny dle kategorií probírkové, probírkové a mýtní a mýtní ve třech tabulkách. Dále jsou uvedené harvestorové uzly rozděleny na základě vhodných podvozků harvestorových uzlů a úřezu kácecích hlavic harvestorů. Návrhy jednotlivých uzlů jsou pouze doporučující, nemají závazný charakter, mají pouze orientačně dopomoci THP k orientaci v dané problematice. Možné jsou i kombinace harvestoru a vyvážecího traktoru mezi různými výrobci těchto strojů. Výběr vhodných harvestorových uzlů je založen nejprve na doporučení vhodného harvestoru a poté doporučení vhodného vyvážecího traktoru do optimální výkonové třídy.

Dle tab. 40 je možno rozdělit těžbu dle hmotnosti pro jednotlivé navržené harvestorové uzly následovně:

- Harvestorový uzel č. 1 až 5. Pro kategorii probírkových harvestorů uvedených v tab. 41 je zjištěn potenciaální objem plánovaných těžeb v hmotnostech do  $0,5 \text{ m}^3$  tzn.  $24\,992 \text{ m}^3$ .
- Harvestorový uzel č. 6 až 8. Pro střední kategorii probírkových a mýtních harvestorů uvedených v tab. 42 činí zjištěný objem plánovaných těžeb v hmotnostech od  $0,3$  do  $0,99 \text{ m}^3$  tzn.  $78\,044 \text{ m}^3$ .
- Harvestorový uzel č. 8 až 12. Pro kategorii mýtních harvestorů uvedených v tab. 43 činí zjištěný objem v hmotnostech nad  $0,7 \text{ m}^3$  největší podíl tj.  $203\,216 \text{ m}^3$ .

Veškeré zjištěné údaje v tab. 40 jsou plánovány na celé decennium. Pro střední a mýtní kategorii se zjištěná potenciaální možnost plánovaných těžeb překrývá vždy s nižší kategorií harvestorů.

**Tab. 40: Plánovaná těžba dle průměrné hmotnosti**

Plánovaná těžba dle hmotnosti	
Hmotnost ( $\text{m}^3$ )	těžba celk. ( $\text{m}^3$ b. k.)
do 0,09	1347
0,1 - 0,14	3542
0,15 - 0,19	6080
0,20 - 0,29	6280
0,30 - 0,49	7743
0,50 - 0,69	6673
0,70 - 0,99	24606
nad 0,99	178610
<b>Suma</b>	<b>234881</b>

**Tab. 41: Probírkové harvesterové uzly.**

Kategorie probírkových harvesterových uzlů				
H. uzel č. 1, kolový	Harvestor	Rottné H 8	Vyvážecí traktor	Rottné F 10 B
	Výkon motoru (kW)	116	Výkon motoru (kW)	116
	Hmotnost (t) dle výbavy	8,5	Hmotnost (t)	12,85
	Šířka stroje (mm) dle výbavy	2050/2201	Šířka stroje (mm) dle šířky pneu.	2350/2530/2729
	Počet kol (ks)	4	Počet kol (ks)	8
	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,5/9,3
	Harvestorová hlavice model	Rottné EGS 405	Užitečná nosnost (t)	9
	Max. průměr úřezu (mm)	430		
	Hmotnost (kg)	480		
H. uzel č. 2, kolový	Harvestor	Entracon Apache	Vyvážecí traktor	Entracon EF 45
	Výkon motoru (kW)	96	Výkon motoru (kW)	49,8
	Hmotnost (t) dle výbavy	8,5	Hmotnost (t)	9,95
	Šířka stroje (mm) dle výbavy	2300	Šířka stroje (mm) dle šířky pneu.	2600
	Počet kol (ks)	8	Počet kol (ks)	8
	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,2/9,7	Dosah hydraulického jeřábu (m)	6,5
	Harvestorová hlavice model	Logmax 4000	Užitečná nosnost (t)	5,45
	Max. průměr úřezu (mm)	500		
	Hmotnost (kg)	624		
H. uzel č. 3, kolový	Harvestor	Sampo Rosenlew SR 1066	Vyvážecí traktor	Sampo Rosenlew FR 28
	Výkon motoru (kW)	129	Výkon motoru (kW)	124
	Hmotnost (t) dle výbavy	13	Hmotnost (t)	13
	Šířka stroje (mm) dle výbavy	2550 - 3000	Šířka stroje (mm) dle šířky pneu.	2679
	Počet kol (ks)	4	Počet kol (ks)	8
	Dosah hydraulického jeřábu (m)	9,5/10,5	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7/8,5/10
	Harvestorová hlavice model	Waratah HTH 450	Užitečná nosnost (t)	10
	Max. průměr úřezu (mm)	560		
	Hmotnost (kg)	805		
H. uzel č. 4, kolový	Harvestor	John Deere 1070 E	Vyvážecí traktor	John Deere 1010 E
	Výkon motoru (kW)	136	Výkon motoru (kW)	115,5
	Hmotnost (t) dle výbavy	14	Hmotnost (t) 6 kol	14,7
	Šířka stroje (mm) dle výbavy	2,67 /2,80	Hmotnost (t) 8 kol	16,5
	Počet kol (ks)	4/6	Šířka stroje (mm) dle šířky pneu.	2720/2820
	Dosah hydraulického jeřábu (m)	10	Počet kol (ks)	6/8
	Harvestorová hlavice model	H 752	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7/8,5/10
	Max. průměr úřezu (mm)	570	Užitečná nosnost (t)	11
	Hmotnost (kg)	930		
Harv. pásový, č. 5	Harvestor	Neuson 11002 HVT	Možnost tento harvester kombinovat s některými z předchozích vyvážecích traktorů.	
	Výkon motoru (kW)	74		
	Hmotnost (t) dle výbavy	12,5		
	Šířka stroje (mm) dle výbavy	2400		
	Podvozek	pásový		
	Dosah hydraulického jeřábu (m)	9,8		
	Harvestorová hlavice model	Logmax 4000		
	Max. průměr úřezu (mm)	500		
	Hmotnost (kg)	602		

**Tab. 42: Střední kategorie, probírkové a mýtní harvestorové uzly.**

Kategorie harvestorových uzlů pro probírkové i mýtní porosty				
H. uzel č. 6, kolový	Harvestor	Komatsu 901	Vyvážecí traktor	Komatsu 840 TX
	Výkon motoru (kW)	150	Výkon motoru (kW)	129
	Hmotnost (t) dle výbavy	16,85	Hmotnost (t)	14,8
	Šířka stroje (mm) dle výbavy	2760/2890	Šířka stroje (mm) dle šířky pneu.	2886
	Počet kol (ks)	6	Počet kol (ks)	8
	Dosah hydraulického jeřábu (m)	42318	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,8/9,6/10
	Harvestorová hlavice model	C 93	Užitečná nosnost (t)	12
	Max. průměr úřezu (mm)	600		
	Hmotnost (kg)	976		
H. uzel č. 7, kolový	Harvestor	Rottne H 11 6 WD	Vyvážecí traktor	Rottne F 13 C
	Výkon motoru (kW)	164	Výkon motoru (kW)	164
	Hmotnost (t) dle výbavy	17,4	Hmotnost (t)	19,7
	Šířka stroje (mm) dle výbavy	2830	Šířka stroje (mm) dle šířky pneu.	2924
	Počet kol (ks)	6	Počet kol (ks)	8
	Dosah hydraulického jeřábu (m)	10,3 - 11,3	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,2/8,4/10
	Harvestorová hlavice model	SP 651 LF	Užitečná nosnost (t)	13
	Max. průměr úřezu (mm)	600		
	Hmotnost (kg)	980		
H. uzel č. 8, kolový	Harvestor	John Deere 1270 E	Vyvážecí traktor	John Deere 1210 E
	Výkon motoru (kW)	170	Výkon motoru (kW)	136
	Hmotnost (t) dle výbavy	18,4	Hmotnost (t) 6 kol	16,2
	Šířka stroje (mm) dle výbavy	2770/2900	Hmotnost (t) 8 kol	18,1
	Počet kol (ks)	6/8	Šířka stroje (mm) dle šířky pneu.	2746/2956
	Dosah hydraulického jeřábu (m)	8,6/10/11,7	Počet kol (ks)	6/8
	Harvestorová hlavice model	H 414	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,2/8,5/10
	Max. průměr úřezu (mm)	620	Užitečná nosnost (t)	13
	Hmotnost (kg)	1000		

### Přidělení harvestorového uzlu dle podvozku a vhodného úřezu

Harvestorový uzel pro skupinu **1a** – pro tuto skupinu, která je charakterizována vhodnými terénními typy 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41 a 42 s maximálním průměrem stromů v předpokládaném místě pařezu do 50 cm je navržen:

- Kolový podvozek, bez nutnosti dovybavení harvestorového uzlu kolopásky s ohledem na skutečné přírodní podmínky v době předpokládaného nasazení HT.
- Harvestorovou hlavici se schopností úřezu 50 cm

Pro tuto kategorii jsou zvoleny následující kombinace. Jedná se o čtyři harvestorové uzly z nichž dva uzly jsou pro probírkové těžební zásahy, avšak dosahují technickými parametry střední výkonové třídy tj. harvestorový uzel č. 3 a 4. Pro mladší porosty jsou navrženy i dva harvestorové uzly s menšími dosahovanými technickými parametry tj. č. 1 a 2.

**Tab. 43: Harvestorové uzly pro mýtní těžbu.**

Kategorie harvestorových uzlů pro mýtní porosty				
H. uzel č. 9, kolový	Harvestor	Komatsu 951	Vyvážecí traktor	Komatsu 895
	Výkon motoru (kW)	210	Výkon motoru (kW)	193
	Hmotnost (t) dle výbavy	23,6	Hmotnost (t)	23,8
	Šířka stroje (mm) dle výbavy	3060/3160	Šířka stroje (mm) dle šířky pneu.	3160
	Počet kol (ks)	6	Počet kol (ks)	8
	Dosah hydraulického jeřábu (m)	8,5/10,3	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,5/8,5
	Harvestorová hlavice model	C 144	Užitečná nosnost (t)	20
	Max. průměr úřezu (mm)	710		
	Hmotnost (kg)	1400		
H. uzel č. 10, kolový	Harvestor	Rotne H 21 D	Vyvážecí traktor	Rotne F 18
	Výkon motoru (kW)	227	Výkon motoru (kW)	187
	Hmotnost (t) dle výbavy	26,7	Hmotnost (t)	22,38
	Šířka stroje (mm) dle výbavy	3000	Šířka stroje (mm) dle šířky pneu.	3050
	Počet kol (ks)	8	Počet kol (ks)	8
	Dosah hydraulického jeřábu (m)	12,2	Dosah hydraulického jeřábu (m)	8,5/10
	Harvestorová hlavice model	EGS 706	Užitečná nosnost (t)	18
	Max. průměr úřezu (mm)	810		
	Hmotnost (kg)	1580		
H. uzel č. 11, kolový	Harvestor	John Deere 1470 E	Vyvážecí traktor	John Deere 1510 E
	Výkon motoru (kW)	190	Výkon motoru (kW)	145
	Hmotnost (t) dle výbavy	20	Hmotnost (t) 6 kol	16,5
	Šířka stroje (mm) dle výbavy	2990/3050	Hmotnost (t) 8 kol	18,5
	Počet kol (ks)	6/8	Šířka stroje (mm) dle šířky pneu.	2950/3090
	Dosah hydraulického jeřábu (m)	8,6/10/11	Počet kol (ks)	6/8
	Harvestorová hlavice model	H 290	Dosah hydraulického jeřábu (m)	7,2/8,5/10
	Max. průměr úřezu (mm)	750	Užitečná nosnost (t)	15
	Hmotnost (kg)	1950		
Harv. pásový č. 12	Harvestor	Königstiger	Možnost tento harvestor kombinovat s vyvážecím traktorem z předchozích navržených modelů pro mýtní a předmýtní těžby.	
	Výkon motoru (kW)	172		
	Hmotnost (t) dle výbavy	28		
	Šířka stroje (mm) dle výbavy	3000		
	Podvozek	pásový		
	Dosah hydraulického jeřábu (m)	15		
	Harvestorová hlavice model	Kesla 30 RH		
	Max. průměr úřezu (mm)	670		
	Hmotnost (kg)	1400		

Harvestorový uzel pro skupiny **1b**, **1c** a **1d**: pro tyto tři skupiny, které jsou shodně vymezeny vhodnými terénními typy 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41 a 42 a průměrem stromů v předpokládaném místě pařezu je pro skupinu 1b od 50 cm do 60 cm, pro skupinu 1c od 60 cm do 75 cm a pro skupinu 1d nad 75 cm je navržen:

- Kolový podvozek, bez nutnosti dovybavení harvestorového uzlu kolopásky s ohledem na skutečné přírodní podmínky v době předpokládaného nasazení HT.
- Harvestorová hlavice se schopností úřezu nad 50 cm

Pro tyto tři skupiny jsou doporučeny kolové harvestorové uzly. Jedná se o harvestorové uzly 6, 7, 8, 9, 10 a 11. Jejichž základní technické charakteristiky jsou v tabulkách č. 42 a 43.

Harvestorové uzly pro skupiny **2a**, **2b**, **2c** a **2d**: jedná se o skupiny charakterizované TT 13, 23, 29, 33, 39 a 43, všechny tyto TT jsou podmíněně únosné, jelikož byly v selekci porostů vyřazeny edafické kategorie ovlivněné vodou. Tyto TT jsou shodné s maximálním sklonem do 50 %. Pro porosty s max. tloušťkou na pařezu do 50 cm jsou navrženy harvestorové uzly č. 1 – 5. Pro porosty v nichž je max. tloušťka v místě řezu 50 cm – 60 cm harvestorové uzly č. 6 – 8 a pro porosty s tloušťkou na pařezu v rozmezí 60 cm – 75 cm a 75 cm a více jsou doporučeny harvestorové uzly pro mýtní porosty, popř. možnost využití harvestorových uzlů č. 6 – 8, zde je nutno brát ohled na dimenze zpracovávaných stromů.

Souhrnně pro skupiny **2a**, **2b**, **2c** a **2d** je doporučeno vybavit všechny uvedené harvestorové uzly kolopásky, ty by měly být podmínkou až na dva navržené harvestory, které mají pásové podvozky standardně. Z hlediska počtu kol jsou neoptimálnější 6 až 8 kolové podvozky. Tyto kombinace nasazovat v těchto TT jen v obdobích sucha nebo zámrazu půdy, dále ukládat při těžbě harvestorem klest před sebe na vyvážecí linky ve vrstvě alespoň 30 cm.

Kombinace harvestorových uzlů pro skupiny **3a**, **3b**, **3c** a **3d**: jedná se o skupiny charakterizované TT 49 a 59, jsou podmíněně únosné. Tyto terénní typy jsou s rozpětím sklonu 50 – 70 %. Edafické kategorie ovlivněné vodou byly vyloučeny při třídění porostů. V těchto terénních podmínkách je možnost výskytu překážek nad 50 cm,

jelikož nejsou dále členěny. Z hlediska schopností úřezu harvestorových hlavic je rozdělení vhodných harvestorových uzlů jako u předchozí kategorie.

Souhrnné doporučení pro tyto skupiny je využití uvedených pásových harvestorů a pro ostatní harvestorové uzly, které budou nasazovány v těchto limitujících sklonech, nutností je dovybavit trakčními navijáky, které mají kapacitu lana alespoň 250 m. Nasazovat tyto kombinace pouze za vhodných klimatických podmínek. Je nutné brát zřetel především na bezpečnost práce v těchto sklonech. Pohyb strojů v porostu jen po spádnících. Vhodným doplňkem je dále nivelace kabiny operátora a u vyvážecích traktorů navíc systém aktivní ložné plochy ALS.

**Tab. 44: Zjištěná výše těžeb pro jednotlivé kombinace harvestorových uzlů dle podvozku a vhodného úřezu.**

kód	TO (m <sup>3</sup> b. k.)	TV (m <sup>3</sup> b. k.)	Těžba celk. (m <sup>3</sup> b. k.)
1a	41482	28806	70288
1b	76612	2357	78969
1c	34908	2009	36917
1d	18082	94	18176
2a	1756	2363	4119
2b	5913	470	6383
2c	2763	61	2824
2d	135	8	143
3a	6527	2305	8832
3b	6887	0	6887
3c	1343	0	1343
3d	0	0	0
<b>Suma</b>	<b>196408</b>	<b>38473</b>	<b>234881</b>

## 5.5 Kalkulace potřeby času – porovnání HT a klasických technologií

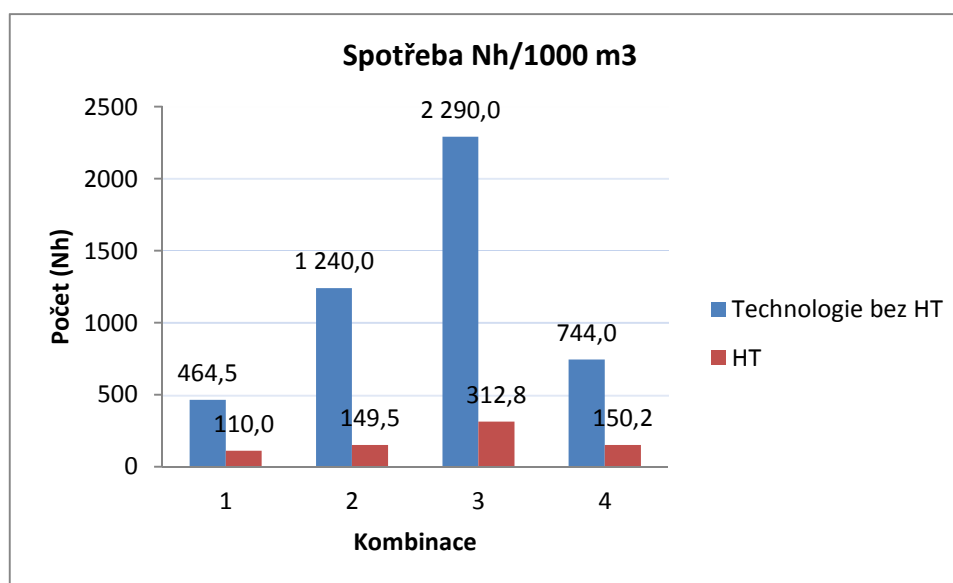
Tab. 45: Porovnávané technologie.

Kombinace 1					
Porost	179 B 11 b	Plocha	0,61 ha	Těžba	MÚ
Průměrná hmotnatost	1,51 m <sup>3</sup>	Objem těžby	291,83 m <sup>3</sup>		
Přibližovací vzdálenost	100 m	Sklon	11 - 20 %		
<p><b>Popis klasické technologie:</b> Těžba pomocí RMŘP, krácení na 2 kusy, soustředování pomocí UKT s rádiem, jeden pracovník. Manipulace na OM, dalších 5 řezů. Dle převládající dřeviny SM.</p>					
<p><b>Technologie:</b> Harvester + vyvážecí traktor</p>					
Kombinace 2					
Porost	181 B 7	Plocha	2,16 ha	Těžba	PMÚ
Průměrná hmotnatost	0,6 m <sup>3</sup>	Objem těžby	82 m <sup>3</sup>		
Přibližovací vzdálenost	100 m	Sklon	do 10 %		
<p><b>Popis klasické technologie:</b> Těžba pomocí RMŘP, krácení na 2 kusy, vyklizení koněm a přibližování pomocí UKT s rádiem, jeden pracovník. Manipulace na OM, dalších 5 řezů. Dle převládající dřeviny SM.</p>					
<p><b>Technologie:</b> Harvester + vyvážecí traktor</p>					
Kombinace 3					
Porost	199 A 4	Plocha	0,57 ha	Těžba	PMÚ
Průměrná hmotnatost	0,13 m <sup>3</sup>	Objem těžby	25 m <sup>3</sup>		
Přibližovací vzdálenost	100 m	Sklon	do 10 %		
<p><b>Popis klasické technologie:</b> Těžba pomocí RMŘP, krácení na 2 kusy, soustředování pomocí koně. Manipulace na OM, další 3 řezy. Dle dřeviny SM.</p>					
<p><b>Technologie:</b> Harvester + vyvážecí traktor</p>					
Kombinace 4					
Porost	28 C 10	Plocha	4,87 ha	Těžba	MÚ
Průměrná hmotnatost	2,54 m <sup>3</sup>	Objem těžby	432,71 m <sup>3</sup>		
Přibližovací vzdálenost	200 m	Sklon	51 - 70 %		
<p><b>Popis klasické technologie:</b> Těžba pomocí RMŘP, krácení na 2 kusy, vyklizování lanovkou, přibližování pomocí UKT s rádiem, jeden pracovník. Manipulace na OM, dalších 5 řezů. Dle převládající dřeviny MD.</p>					
<p><b>Technologie:</b> Harvester + vyvážecí traktor, vybaveny trakčním navijákem</p>					

V obr. 34 je orientačně srovnána časová potřeba na těžbu a soustředování dříví dle zmíněných technologií v tab. 45. Jednotlivé údaje porostů jsou uvedeny taktéž v již zmíněné tab. Výsledné hodnoty jsou přepočteny na spotřebu Nh pro zpracování objemu těžby 1000 m<sup>3</sup>, pro lepší vypovídající charakter. Výpočet a kódy započtených norem jsou uvedeny v příloze na CD.

**Tab. 46: Orientační porovnání vybraných technologií těžby.**

Kombinace	Orientační porovnání technologií v Nh/1000 m <sup>3</sup>			
1	RMŘP+UKT	464,52	HT	110
2	RMŘP+KŮŇ+UKT	1240	HT	149,51
3	RMŘP+KŮŇ	2290	HT	312,8
4	RMŘP+LANOVKA+KŮŇ	744,01	HT	150,19



**Obr. 34: Orientační porovnání vybraných technologií těžby.**

Dle předchozího obr. 34 je patrné, že těžba pomocí HT má nižší spotřebu Nh na 1000 m<sup>3</sup> u všech čtyřech případů. Pro kombinaci 1 činí urychlení těžby s využitím harvesterového uzlu o 76,3 %, kombinace 2 je urychlena při zpracování harvesterovým uzlem o 87,9 %, kombinace 3 je při zpracování harvesterovým uzlem urychlena o 86,3 % a poslední kombinace je urychlena s využitím harvesterového uzlu o 79,8 % oproti klasickým využívaným technologiím. Jako časově nejnáročnější pro obě porovnávané technologie těžby se projevil porost 199 A 4 s předvýtní úmyslnou těžbou a objemem středního kmene 0,13 m<sup>3</sup>. Přibližovací vzdálenost v tomto případě činila 100 m.

V tab. 47 je orientačně porovnána těžba pomocí RMŘP a soustředování pomocí UKT s harvesterovou technologií. Porovnána je celková předepsaná výše těžeb ve vhodných porostech pro nasazení HT. Zjištěný potřebný čas pro zpracování dané těžby harvesterovým uzlem je 6090 dní a pomocí RMŘP a UKT byl zjištěn výsledný čas 17 371 dní, dle toho byla vyvozena hodnota orientačního urychlení těžby s využitím harvesterové technologie o 64,9 %. Výsledné hodnoty jsou značně vysoké, ale jsou



stanoveny na celé decennium pro těžbu ve vhodných porostech a zároveň jsou vysoké z důvodu kalkulace pouze pro jeden harvestorový uzel a v případě zpracování těžeb pomocí UKT a RMŘP taktéž shodně jedním pracovníkem.

**Tab. 47: Porovnání orientační kalkulace celkové těžby.**

<b>Těžba vhodných porostů harvestorovým uzlem</b>					
<b>Kategorie</b>	<b>Hmotnost (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Objem těžby (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Průměrná výkonnost harvestoru (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Výsledný čas zpracování (hod.)</b>	<b>Počet dní při 8 hod. směně</b>
Malý harvestor	do 0,39	21 315	4	5328,8	666
Střední harvestor	0,4 - 0,79	18 251	10	1825,1	228
Velký harvestor	0,8 +	195 315	16	12207,2	1526
<b>Suma</b>		<b>234 881</b>		<b>19361,0</b>	<b>2420</b>
Vyvážecí traktor		234 881	8	29360,1	3670
<b>Výsledný čas harvestor + vyvážecí traktor</b>				<b>48721,2</b>	<b>6090</b>
<b>Těžba vhodných porostů pomocí RMŘP + UKT</b>					
<b>Kategorie</b>	<b>Hmotnost (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Objem těžby (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Průměr (Nh/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Výsledný čas (Nh)</b>	<b>Počet dní při 8 hod. směně</b>
<b>Těžba RMŘP, 1 pracovník</b>					
Jehličnatá	do 0,39	16789	1,15	19307,4	2413
Listnatá		4562	1,11	5063,8	633
Jehličnatá	0,4 - 0,79	14800	0,57	8436,0	1055
Listnatá		3415	0,53	1810,0	226
Jehličnatá	0,8 +	184690	0,39	72029,1	9004
Listnatá		10625	0,37	3931,3	491
<b>Suma</b>		<b>234881</b>		<b>110577,5</b>	<b>13822</b>
<b>Soustřed'ování UKT s radiovým ovládáním, 1 pracovník</b>					
Jehličnatá	do 0,39	16789	0,25	4197,3	525
Listnatá		4562	0,35	1596,7	200
Jehličnatá	0,4 - 0,79	14800	0,13	1924,0	241
Listnatá		3415	0,21	717,2	90
Jehličnatá	0,8 +	184690	0,10	18469,0	2309
Listnatá		10625	0,14	1487,5	186
<b>Suma</b>		<b>234881</b>		<b>28391,6</b>	<b>3549</b>
<b>Suma za RMŘP a UKT</b>				<b>138969,1</b>	<b>17371</b>

**Tab. 48: Orientační porovnání kalkulace cen.**

<b>Orientační kalkulace těžby a soustředování dříví</b>			
<b>Technologie</b>	<b>Objem těžby (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Průměrná cena těžby a soustředování (Kč/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Výsledná cena (Kč)</b>
RMŘP + UKT	234 881	335	78 685 135
HARVESTOROVÝ UZEL	234 881	274	64 357 394

V tab. 48 je pouze orientačně porovnána výsledná cena zpracování celkové výše plánovaných těžeb ve vhodných porostech pro stávající decennium. Porovnávané kategorie jsou těžba pomocí RMŘP a soustředování dříví pomocí UKT oproti provedení těžby s využitím harvestoru a vyvážecího traktoru. Výsledná cena zpracování daného objemu těžby je u harvestorového uzlu o 18,2 % nižší než cena při zpracování těžby klasickou technologií.

## 6. DISKUSE A DOPORUČENÍ PRO PROVOZNÍ PRAXI

Na základě poznatků a informací získaných při zpracovávání této diplomové práce je navrženo několik následujících provozních doporučení. Tato práce by měla orientačně dopomoci THP v rozhodování o nasazení či nenasazení HT. Při selekci porostů byla mnou stanovena kritéria pro třídění porostů, která nejsou nikterak závazná. V programu Microsoft Office Excel, v kterém zpracování proběhlo, je se zpracovaným souborem přílohou této práce v podobě CD. Výstup třídění porostů může být vhodným podkladem pro tzv. harvesterovou mapu, popř. může být dále rozšířen či upraven dle dalších kritérií. Možností pro pracovníky venkovního provozu je daná kritéria akceptovat popř. si je pomocí ponechaných vzorců upravit. Ve výsledku si může tedy THP pomocí aplikace filtru v nástrojové liště data, vyhledat ty porosty, které budou vyhovovat požadovaným kritériím a dále s nimi pracovat.

**Kolektiv autorů (2013)** uvádí, že současný podíl HT na celkové těžbě v ČR je 31 %. Při třídění porostů v této práci byl zjištěn potenciaální podíl z celkové plánované těžby vhodných porostů pro nasazení HT v podmínkách ŠLP Křtiny 36,2 %. Tím pádem je možnost uplatnění HT na ŠLP Křtiny nad současným celorepublikovým průměrem, avšak procentuální podíl uvedený **Kolektivem autorů (2013)** je podíl skutečné těžby, kdežto podíl zjištěný v této práci je pouze potenciaální a může být ve skutečnosti odlišný. Uvedený potenciaál mechanizované těžby dle **Vašíčka (2013)** je v podmínkách ČR až 60 %, tzn., že jsou stále ještě značné rezervy ve využívání HT v ČR a jsou uplatňovány pouze z poloviny uvedeného potenciaálu.

U stanovení vhodnosti TT, která je na daném majetku provedena pomocí terénní klasifikace **Popelka – Macků – Šimanov (1992)**, jsou vybrány i TT, které zasahují do terénů s překážkami či na neúnosná podloží. Neúnosné podloží bylo omezeno vyloučením edafických kategorií ovlivněných vodou, avšak u TT 39, 49 a 59 nejsou dále členěny podloží únosná a neúnosná či s překážkami, které by bylo vhodné dále členit i v těchto exponovanějších TT, proto zde mohou být očekávány překážky, které budou komplikovat plánované nasazení HT, i když jsou v práci doporučeny nezbytné vybavy strojů, některé porosty budou v těchto podmínkách jen těžko zpracovatelné a bude nezbytné nutné udělat venkovní šetření před samotným těžebním zásahem.

Porosty označené v práci jako podmíněně vhodné, mohou být i vhodnými pro nasazení HT, ale je nezbytné posouzení v terénu. Hledisko min. stanoveného věku 30 let není

závazné, a proto je podmíněně vhodné, jelikož postupným stárnutím porostů se může stát porost vhodným, popř. již v současnosti za předpokladu nasazení harvestorů se speciální akumulární kábecí hlavice ve věku cca od 20 let. Toto zpracované dříví slouží dále především k energetickému využití. Kritérium min. zastoupení jehličnanů 60 % nemusí být také závazné a je podmíněně vhodné, za předpokladu nasazení HT v kvalitních listnatých porostech, jelikož jak uvádí **Bartoš (2009)** je harvestorová hlavice konstruována především pro zpracování rovných a pravidelných kmenů, tedy především pro zpracování jehličnatých dřevin. Při případném nasazení i v kvalitativně horších porostech ať už jehličnatých či listnatých doporučuje **Neruda a kol. (2013)** využití harvestorové hlavice se 4 protahovacími válci. Tyto hlavice mají kratší rám a lépe se přizpůsobí tvaru kmene, zejména křivosti. Největším problémem je rozdvojení stromů. Kritérium HZ, u kterého je v práci vyloučen pouze HZ výběrný, je také podmíněně vhodným, jelikož při dostatečném zpřístupnění je možno těžbu provést pomocí HT, avšak zde je značným předpokladem hlubší zavětvení stromů, které snižuje přehlednost a komplikuje práci operátora. Těžba pomocí HT by se dala doporučit při skupinovitém výběru, těžba jednotlivě výběrná by byla neefektivní z důvodu nasazení těchto plně mechanizovaných technologií se značnou pořizovací cenou.

V předmytních porostech od 30 let, kde ještě neproběhlo rozčlenění vyvážecími (přibližovacími) linkami doporučuji při těžbě harvestorem ukládat klest při zpracovávání stromů těžných na lince před sebe, kvůli zmírnění následků způsobené přejezdy HT. Tato zásada je vhodná pro všechny porosty, především na méně únosných půdách. **Bartoš (2009)** uvádí optimální vrstvu 30 až 40 cm. Dle **Nerudy a kol. (2005)** se taktéž pozitivně projevuje účinek pokrytí povrchu půdy klestem. Tlaky pod klestem jsou často až o 50 % nižší. Obdobným způsobem působí dle **Sarrilahtiho (2002)** i kořenový systém rostlin (buřeně) na vyvážecích linkách, který snižuje negativní účinky vyvážecího prostředku.

Zpracované sortimenty ukládat kolmo k lince pro snadnější manipulaci při nakládání vyvážecím traktorem. Šířka nově vznikajících vyklizovacích linek by měla mít šířku nejméně 3,5 m popř. 4m. Rozčlenění na pracovní pole o šířce 20 m max. až 25 m. Toto rozčlenění je vhodné za předpokladu intenzivního využívání HT, pokud bude těžba kombinována s RMŘP, mohou být šíře jednotlivých pracovních polí vyšší. Směr vyklizovacích linek umisťovat po spádnicí, nejlépe s příčným sklonem do 15 %, pokud to terén umožní. Dle **Nerudy a kol. (2013)** je možné při využití osmikolových či

šestikolových podvozků sjízdný příčný sklon až do 20 %. Při limitních sklonech doporučuji vybavit vyvážecí traktory systémem ALS, dalším vhodným dovybavením harvestorů při práci ve sklonitém terénu je nivelace kabiny operátora. Pokud, jsou takto zpracovávány porosty na rizikových stanovištích, kde hrozí škody větrem, je třeba vytvořit potřebné rozčlenění alespoň 2 až 3 roky předem, aby se stromy bezprostředně přiléhající k lince stihly stabilizovat. Ideálně by měly být linky vedeny kolmo na směr převládajících větrů.

V porostech, kde již částečné rozčlenění proběhlo, nebo je dokonce kompletní, navrhuji stávající síť vyvážecích (přibližovacích) linií doplnit pokud není již dostatečné, dle již zmíněných pravidel. Ve starších porostech, za předpokladu vhodných klimatických podmínek je možnost pohybu harvestoru i uvnitř pracovního pole, popř. lze kombinovat předkacování pomocí RMŘP s následným zpracováním harvestorem.

V mýtních těžbách mohou být nasazovány velké harvestorové uzly. Těžba v mýtních porostech je z hlediska technologické přípravy méně náročná oproti těžbám v předmýtních probírkových porostech. Z hlediska použití HT v mýtních těžbách jsou nejvhodnější pro nasazení holosečné prvky obnovy lesa, ale ty se v podmínkách ŠLP Křtiny užívají méně z důvodu uplatňování certifikačních norem PEFC a FSC, přípustná velikost holé seče je do 0,5 ha. HT je možno nasazovat i v porostech s nálety či nárosty, ale je zde třeba nutno dodržovat směrové kácení a zpracovávat vytěžené stromy na linkách, nebo v místech bez přirozeného zmlazení, aby nedocházelo k poškození obnovy. Dále navrhuji v porostech s přesílenými stromy v předpokládaném místě pařezu tzn. stromy s větším průměrem na pařezu než cca 75 cm, kde je zapotřebí více než jeden řez harvestoru, buď využívat této možnosti s vyšším počtem řezů, nebo doplnit tuto technologii za pomoci předkacování RMŘP s ohledem na bezpečnost práce. Další možností je, pokud budou dimenze stromů natolik přesílené, že nedovolí ani pokácené stromy pomocí RMŘP následné zpracování harvestorem, v tomto případě s využitím RMŘP navíc odřezávat první jeden až dva kusy výřezů.

Při vzniku kalamit, ať už způsobených abiotickými či biotickými činiteli je za předpokladu vhodných klimatických podmínek možné uplatňovat HT. Především u kalamit vzniklých abiotickými činiteli HT zvyšuje rychlost zpracování, ale zejména i bezpečnost práce. Upřednostňovat odříznutí kořenového koláče harvestorem, tím pádem je vyloučena nejnebezpečnější činnost při zpracovávání kalamity pomocí RMŘP, ovšem

je zde značné riziko poškození řezací části harvestorové hlavice. Při zpracovávání kůrovcových kalamit v dostupných terénech HT upřednostňovat, kvůli rychlosti zpracování napadených stromů s navazujícím vyvážením na OM pomocí vyvážecího traktoru, odkud může být zpracované dříví neprodleně odvezeno z lesa.

Při sklonu terénu vyšším než 50 % je nutné využívat u HT kolové popřípadě kolopásové podvozky, doplněné trakčními navijáky. Jednou z alternativních možností je pásový či krácející podvozek. Kolopásové, popřípadě pásové podvozky využívat bezpodmínečně v porostech s nízkou únosností půdy, to platí i na únosných půdách např. při déletrvajících deštích či při jarním tání sněhu. Obecně jsou nejlepšími obdobími pro nasazování HT období zámrazu či sucha.

Z hlediska minimálních objemů těžeb na 1 ha nebyla stanovena hraniční hodnota, ale je třeba brát na zřetel průměrnou hmotnatost zpracovávaných stromů a vzdálenost jednotlivých přejezdů mezi zpracovávanými stromy, i když je možné nasadit harvestorový uzel pro “jediný strom”, což je jednoznačně neefektivní počínání s touto plně mechanizovanou technologií. V této práci jsem toto kritérium nestanovil při třídění porostů, jelikož by bylo nutné posoudit v mladých porostech kvantitativně zpřístupnění jednotlivých porostů vyvážecími liniemi. Z tohoto důvodu by bylo nevhodné tyto porosty vyřadit bez předchozího posouzení rozčlenění, protože do předepsané výchovné těžby v HK se nezapočítává navýšení objemu těžeb z hlediska tvorby nových linek, ale pouze provedení plošného výchovného zásahu celého porostu, tím pádem se můžou stát i porosty s malým předepsaným objemem výchovných těžeb vhodnými. Navýšení těžeb při vytváření nových vyvážecích linií může činit navýšení okolo 10 % ze stávající zásoby porostu na 1 ha, pokud porostem povedou jedna až dvě linky vytvořené již při obnově lesa. **Bartoš (2009)** uvádí, že pokud nebyla vytvořena žádná vyvážecí linka, může být na nových linkách vytěženo až 20 % porostní zásoby, doporučení je, že by vyklizovací (přibližovací) linky neměly přesáhnout 20 % porostní půdy. Pokud, budeme uvažovat rozčlenění pravidelného čtverce 100 m krát 100 m novými vyvážecími linkami o šířce 4 m, výsledkem budou 4 pracovní pole o šířce 20 m a 5 vyvážecích linek a tím se potencionálně může navýšit objem až na zmíněných 20 % ze stávající porostní zásoby. Z tohoto důvodu jsem závazně nedoporučil minimální předepsaný objem těžeb na 1 ha pro HT, protože po úpravě dle skutečného rozčlenění se mohou výše těžeb značně lišit a porosty s malou předepsanou výchovnou těžbou se mohou stát po přepočtení vhodnými pro nasazení harvestorového uzlu. V mýtních porostech může být

obnovní těžba stanovena taktéž s malým objemem těžby pro HT, avšak potřebná těžba s nedostatečným objemem dříví může být umístěna pouze v jednom či dvou místech, na ploše několika arů za účelem např. uvolnění náletů tzn., že není těžba roztroušena po celé ploše porostu, jako při výchovných zásazích.

V návaznosti na problematiku minimálních objemů těžeb na 1 ha pro harvestorový uzel, je třeba brát ohled na vhodnost soustředování těžeb do těžebních bloků, kdy jsou těžby v daném období (rok) soustředěny do určité části polesí, tím pádem se usnadní i organizace práce.

V neposlední řadě doporučuji nasazovat HT jen v případech vhodných klimatických podmínek, tato zásada není však absolutně uskutečnitelná z důvodu např. deletrvajících dešťů či po jarním tání sněhu, ale je třeba se poučovat z chyb a snažit se aplikovat veškeré možnosti minimalizací vzniku škod, které tato technologie nabízí a přináší, příkladem může být využívání kolopásů, trakčních navijáků, využívání strojů s vyšším počtem náprav, využití mobilních rohoží, ukládání klestu na vyvážecí linie atd. Je třeba těmto problémům také předcházet již při fázi plánování těžebního zásahu v méně únosných terénech, v případě snížené únosnosti na základě zvýšených srážek či absence zamrzlých půd mít připravené porosty na únosnějších půdách např. se zvýšeným obsahem skeletu a na neúnosné terény se vrátit až za vhodných podmínek.

V případě vzniku škod na lesním ekosystému např. při poškození stojících stromů doporučuji neodkladně tyto stromy asanovat, při narušení půdního povrchu pojezdem HT po ukončení prací upravit vzniklé koleje do původního stavu např. radlicí vyvážecího traktoru, to platí i o nápravě odvodňujících prvků lesní cestní sítě a vodotečí, aby nedocházelo k dalším škodám.

V místech navazujících lesních porostů na veřejné komunikace je nutností brát na zřetel především bezpečnost práce před samotným těžebním zásahem z důvodu nebezpečí spočívajícího v neukázněnosti některých osob i při umístění varovných značek. Velkým ohrožením bezpečnosti práce je také turistický ruch, který je zejména v navazujících porostech na metropoli Brno značný, v místech CHKO Moravský kras a maloplošných chráněných oblastech je také nebezpečí kontaktu s turisty. Každou prováděnou těžbu je vhodné náležitě na příjezdových komunikacích označit.

Při kalkulaci potřeby času pro zpracování porostů z důvodu porovnání vybraných klasických technologií s HT došlo pouze k orientačnímu splnění daného cíle. Kalkulace byla provedena dle osobního uvážení a není nikterak závazná. Skutečná doba zpracování porostů se může značně lišit. Hlavními vstupujícími faktory je však vzdálenost pro soustředování dříví a průměrná hmotnost zpracovávaných porostů dále pak sklon a únosnost půdy, počty vyráběných sortimentů a další vstupující faktory. Objem středního kmene byl použit dle převládající dřeviny a tím pádem mohou být výsledné časy pro zpracování mírně zkresleny. Velkým rozdílem může být i lidský faktor z hlediska zkušeností a zapracovanosti pracovníka. Zásadně mohou ovlivnit potřebu času skutečné klimatické podmínky v daném období zpracování např. vysoká sněhová pokrývka či déletrvající deště. Z biotických faktorů může negativně působit buřeň z hlediska ztížené přehlednosti pracoviště. Porovnání kalkulace ceny je taktéž pouze orientační a může se dále značně lišit dle skutečných podmínek dané zakázky a odvíjí se od stejných faktorů, které jsou uvedeny v předchozích řádcích u kalkulace potřeby času pro zpracování dané těžby.

Je jisté, že při rozhodování o nasazování HT vyvstává spousta faktorů, které se musí zohlednit a je nezbytně nutné získat patřičné znalosti a zkušenosti s danou problematikou.



## 7. ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá hlavními tématy problematiky nasazování HT. V kapitole 3. Materiál je umístěn současný stav harvestorových technologií dle údajů z roku 2013. Současný zjištěný podíl HT na celkové těžbě dříví v roce 2013 v ČR činil 31 %. Dále je v práci stručně charakterizováno technické řešení a některé technické parametry dosahované současnými HT. Problematika nasazování HT je dále 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 uvedena dále charakteristika ŠLP Křtiny z hlediska přírodních podmínek a vybraných údajů popisujících současný stav obhospodařovaného lesního majetku.

Dle stanovených kritérií pro třídění vhodných porostů činí zjištěný potenciaální podíl možnosti uplatnění HT v podmínkách ŠLP Křtiny z celkové plochy porostů 20 %. Na celkové výši plánovaných těžebních zásahů pro decennium od 1. 1. 2013 do 31. 12. 2022 zaujímají vhodné porosty 36,2 % objemu plánovaných těžeb. Zjištěný roční podíl těžeb činí téměř 23 500 m<sup>3</sup> b. k., což je dostatečný potenciaální objem pro nasazení HT a je tedy doporučena. Největší podíl na vyřazení porostů z hlediska vhodnosti mělo kritérium min. zastoupení jehličnanů. Výsledné údaje obsahuje tab. 49.

**Tab. 49: Výsledné možnosti uplatnění HT.**

Rozdělení porostů dle vhodnosti							
Porosty	Plocha (ha)	Objem TV(m <sup>3</sup> b. k.)	Objem TO (m <sup>3</sup> b. k.)	Objem těžby celkem(m <sup>3</sup> b. k.)	Zast. plochy v (%)	Zast. celk. těžby v (%)	Těžba na rok (m <sup>3</sup> b. k.)
Vhodné	1962,88	38473	196408	234881	20,0	36,2	23488,1
podmíněně vhodné	7250,54	94715	289135	383850	73,8	59,1	38385
nehodné	614,11	3598	27289	30887	6,2	4,8	3088,7
<b>Suma</b>	<b>9827,53</b>	<b>136786</b>	<b>512832</b>	<b>649618</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>64961,8</b>

Vhodným porostům byl dále přiřazen vhodný typ podvozku a harvestorová hlavice na základě úřezu. Vzniklo 12 kombinací výsledků, které jsou umístěny v následující tab.

50, jednotlivé kódy jsou umístěny v kapitole 4. Metodika. Pro zmíněných 12 kombinací jsou dále přiřazeny vhodné typy harvestorových uzlů.

**Tab. 50: Vhodné porosty dle typu podvozku a úřezu harvestorové hlavice.**

Charakteristika porostů dle kombinace podvozku a schopnosti úřezu harvestorové hlavice								
kód	Zásoba por. (m <sup>3</sup> )	TO (m <sup>3</sup> )	TV (m <sup>3</sup> )	Těžba celk. (m <sup>3</sup> )	Těžba celk. (%)	Plocha por. (ha)	Plocha por. (%)	Těžba na rok
1a	344722	41482	28806	70288	29,9	1096,8	55,9	7028,8
1b	159695	76612	2357	78969	33,6	346,36	17,6	7896,9
1c	94104	34908	2009	36917	15,7	193,41	9,9	3691,7
1d	34891	18082	94	18176	7,7	60,09	3,1	1817,6
2a	23086	1756	2363	4119	1,8	77,81	4,0	411,9
2b	15391	5913	470	6383	2,7	32,48	1,7	638,3
2c	3498	2763	61	2824	1,2	7,26	0,4	282,4
2d	415	135	8	143	0,1	1,05	0,1	14,3
3a	33214	6527	2305	8832	3,8	119,67	6,1	883,2
3b	9096	6887	0	6887	2,9	25,26	1,3	688,7
3c	1771	1343	0	1343	0,6	2,69	0,1	134,3
3d	0	0	0	0	0,0	0	0,0	0
<b>Suma</b>	<b>719883</b>	<b>196408</b>	<b>38473</b>	<b>234881</b>	<b>100,0</b>	<b>1962,88</b>	<b>100,0</b>	<b>23488,1</b>

Při posouzení možnosti využití HT v terénu bylo posouzeno 18 porostů pro ověření kritérií stanovených při třídění porostů na základě vhodnosti pro nasazení HT. Posouzené porosty odpovídaly stanoveným kritériím a jsou stručně zhodnoceny.

Při orientačním porovnání potřebného času pro zpracování vybraných porostů klasickými technologiemi těžby dřeva s HT lesní těžby bylo zjištěno, že spotřeba normovaného času je nižší u HT v rozmezí 76 % až 88 %, v závislosti především na použité technologii a na faktorech, jako je střední objem kmene, sklon terénu a přibližovací vzdálenost. Orientační zjištěná hodnota zpracování celkové plánované těžby ve vhodných porostech harvestorovou technologií je o 64,9 % rychlejší než zpracování klasickou technologií těžby. Orientačním porovnáním cen byla zjištěna výsledná cena pro zpracování vhodných porostů a vyšla o 18,2 % lépe pro nasazení HT.

Veškeré zpracované údaje při třídění porostů v programu Microsoft Office Excel jsou umístěny na CD a jsou přílohou této práce, na CD je přiložen i výpočet orientačních norem potřebného času a charakteristiky porostů z terénního šetření. Dále jsou přiloženy i těžební sestavy ŠLP Křtiny za rok 2013 a 2014.

## 8. SUMMARY

This thesis deals to the deployment issues of Cut-to-length (CTL) technology. Chapter Material describes the status of these technologies, according to informations from 2013; the current finding share of CTL in the total timber production in 2013 in the Czech Republic was amounted to 31 %. The thesis also briefly characterizes technical solutions and some technical parameters achieved by current CTL. The issue of using CTL is considered with focusing on the characteristics of suitable natural conditions of the terrain in particular as regards the ground capacity and slope density; optimal stand structure mean suitable age and type. The thesis also contains the characteristic of the School Forest Enterprise Masaryk Forest Křtiny (TFE), in terms of natural conditions and the current state of the managed forest property.

According to established criteria for selection of suitable forest stands is detected potential share possibilities of CTL in terms of TFE about 20 % of the total area of forest stands, in the total amount planned logging for decennium since 1. 1. 2013 to 31. 12. 2022 occupies suitable stands 36,2% of planned harvesting. The annual felling achieves nearly 23,500 cubic meters without bark, which is enough potential for deployment of HT. Most stands was excluded from the selection by the criterium minimum of representation of conifers. The resulting data contains tab. 49 th.

To the suitable forrest stands was there also assigned the appropriate type of chassis and harvesting head (based on cut lenght of it). This way was obtained 12 combinations of results that are located in the tab. 50 th; individual descriptive codes are located in Chapter 4: Methodology. For every of this 12 possible results was selected the appropriate harvest-node type.

When assessing the possibility of using CTL in the field there was assessed 18 stands for verification of the criteria set out in the classification of vegetation on the basis of suitability for use of CTL. Assessed stands were equivalent with established criteria and were briefly reviewed.

By comparing the time quantity required for logging of forest stands by classical technologies and by CTL was found that the consumption of the standard time is lower when using CTL, in the range 76% and 88%. The consumption of time depends mainly on the used technology and on factors, such as mean stem volume, slope density and

skidding or forwarding distance. The approximate value found overall process planned harvesting in suitable stands by CTL technologies is about 64, 9% faster than traditional processing technology of logging. By compare of indicative prices was found the result that the price for harvesting the suitable stands by the CTL is about 18.2% better than price of classical technology.

All data, processed during the stands filtration by Microsoft Office Excel software, are located on the CD and attached to this thesis. Also is included a calculation of indicative time consumption standards and stands characteristics made during field surveys, futhermore are attached the harvesting reports of TFE for years 2013 and 2014.

## 9. POUŽITÁ LITERATURA

**ALLMAN, M., 2014.** Analýza vplyvu podvozok lesnej techniky na podny povrch a stanovenie maximalnych limitov poškodenia. Disertační práce. Zvolen. 211 s.

**BARTOŠ, F., 2010.** Návrh využití harvesterové technologie v podmínkách ŠP Valšovice. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, LDF. 70 s.

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

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

**DOUDA, V., 1986.** Nepříznivý vliv techniky na lesy. Praha VŠZ Praha. 133 s.

**DUMMEL, K., 1999.** Hochmechanisierte Technologien der Fortnutzung. Referát na mezinárodní konferenci Formec, Delnice, Chorvatsko, nepublikováno.

**DVOŘÁK, J., a kol., 2012.** Využití harvesterových technologií v hospodářských lesích. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 156 s. Folia forestalia Bohemica. ISBN 978-80-7458-028-4.

**HANÁK, K., 2002.** Zpřístupňování lesa: vybrané statě I. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 152 s. ISBN 80-7157-639-5.

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

**KAJZAR, O., 2008.** Práce operátora těžebně dopravních strojů. Lesnická práce 87 (3). 166-167 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, 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, 2012a.** Textová část LHP LHC ŠLP Masarykův les Křtiny, platnost 1. 1. 2013 – 31. 12. 2022. Lesprojekt Brno, a.s. 622 s.
- 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 s.
- LUKÁČ, T., 2005.** Víceoperačné stroje v lesnom hospodárstve. 1. vyd. Zvolen: [s. n.]. 137 s. ISBN 80-228-1348-6.
- MAHLER, G., 1987.** Pfllegliche Holzernte-neue Konzepte der Feinerschließung und Rückatechnik. Holz-Zentralblatt. 112 s.
- MALÍK, V., DVOŘÁK, J., 2007.** Harvesterové technologie a vliv na lesní porosty. Vyd. 1. Praha [i. e. Kostelec nad Černými lesy]: Lesnická práce, 84 s. Folia forestalia Bohemica. ISBN 978-80-86386-92-8.

**MAUER, P., 2013.** Školní lesní podnik Masarykův les Křtiny Mendelu slaví 90 let od svého založení. Lesnická práce 92 (8). 504-505 s.

**MERIMEX. CZ** [online] citováno 22. března 2015. Dostupné na: <<http://www.merimex.cz/produkty/john-deere>>.

**NERUDA, J., a kol., 2005.** Vliv pojezdu vyvážecích traktorů na kořenový systém stromů a metody pro jeho hodnocení, in sborník z mezinárodní vědecké konference Mobilné energetické prostredky – Hydraulika – Životné prostredie – Ergonómia mobilných strojov. TU Zvolen, s. 221 – 233. ISBN 80-228-1488-1

**NERUDA, J., a kol., 2008.** Harvestorové technologie lesní těžby. 1. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 149 s. ISBN 978-80-7375-146-3.

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

**NERUDA, J., a kol., 2013.** Harvestorové technologie lesní těžby. 1. vyd. V Brně: Mendelova univerzita. 165 s. ISBN 978-80-7375-842-4.

**NERUDA, J., a kol., 2013a.** Technika a technologie v lesnictví. Díl první. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 364 s. ISBN 978-80-7375-839-4.

**NERUDA, J., a kol., 2013b.** Technika a technologie v lesnictví. Díl druhý. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 300 s. ISBN 978-80-7375-839-4.

**NILL, M., 2011.** Rindeschäden mit mutmaßlichen Bezug zur Holzernte im Spiegel der Betriebsinventuren in Baden-Württemberg. Forstarchiv 82, Heft 6. s. 216-224

**NPCS. CZ** [online] citováno 29. března 2015. Dostupné na: <<http://www.npcs.cz/tezba-priblizeni-drevni-hmoty-harvestorovou-technologie-2014>>.

**OWENDE, P., 2002.** The Ecowood Project – Operations protocol for eco-efficient wood harvesting on sensitive sites.

**PRODEJ DŘEVA. CZ** [online] citováno 29. března 2015. Dostupné na: <[http://www.prodejdreva-lesnickaprace.cz/cenik\\_praci](http://www.prodejdreva-lesnickaprace.cz/cenik_praci)>.

**QUITT, E., 1971.** Klimatické oblasti Československa. Praha: Academia. 73 s., [5] s. obr. příl.

**SAARILAHTI, M., 2002.** Dynamic terrain classification – Modeling of the seasonal variation of the trafficability on the forest sites. Soil interaction model. Helsinki: University of Helsinki.

**SIMANOV, V., 2001.** Jednooperační a víceoperační stroje těžební stroje. Nepubl. 13 s.

**SIMANOV, V., KOHOUT, V., 2004.** Těžba a doprava dříví. Písek: Matice lesnická. 411 s. ISBN 80-86271-14-5.

**STS PRACHATICE. CZ** [online] citováno 22. března 2015. Dostupné na: <<http://www.stsprachatice.cz/hydraulicka-ruka-nokka-2.html>>.

**SUCHOMEL, a kol., 2009.** Optimalizácia terénnej a technologickej typizácie v prostredí GIS. TU Zvolen, 117 s. ISBN 978-80-228-2056-1.

**ŠAJÁNEK, V., 2007.** Teoría praxe integrovaných ťažbovo-dopravných technológií výroby dreva v lesníctve. Disertační práce. Zvolen, TU LF. 138 s.

**ŠLP KŘTINY. CZ** [online] citováno 19. března 2015. Dostupné na: <<http://www.slpkrtiny.cz/organizace>>.

**ULRICH, R., a kol., 2006.** Harvesterové technologie a jejich optimální užití v praxi. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 79 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.

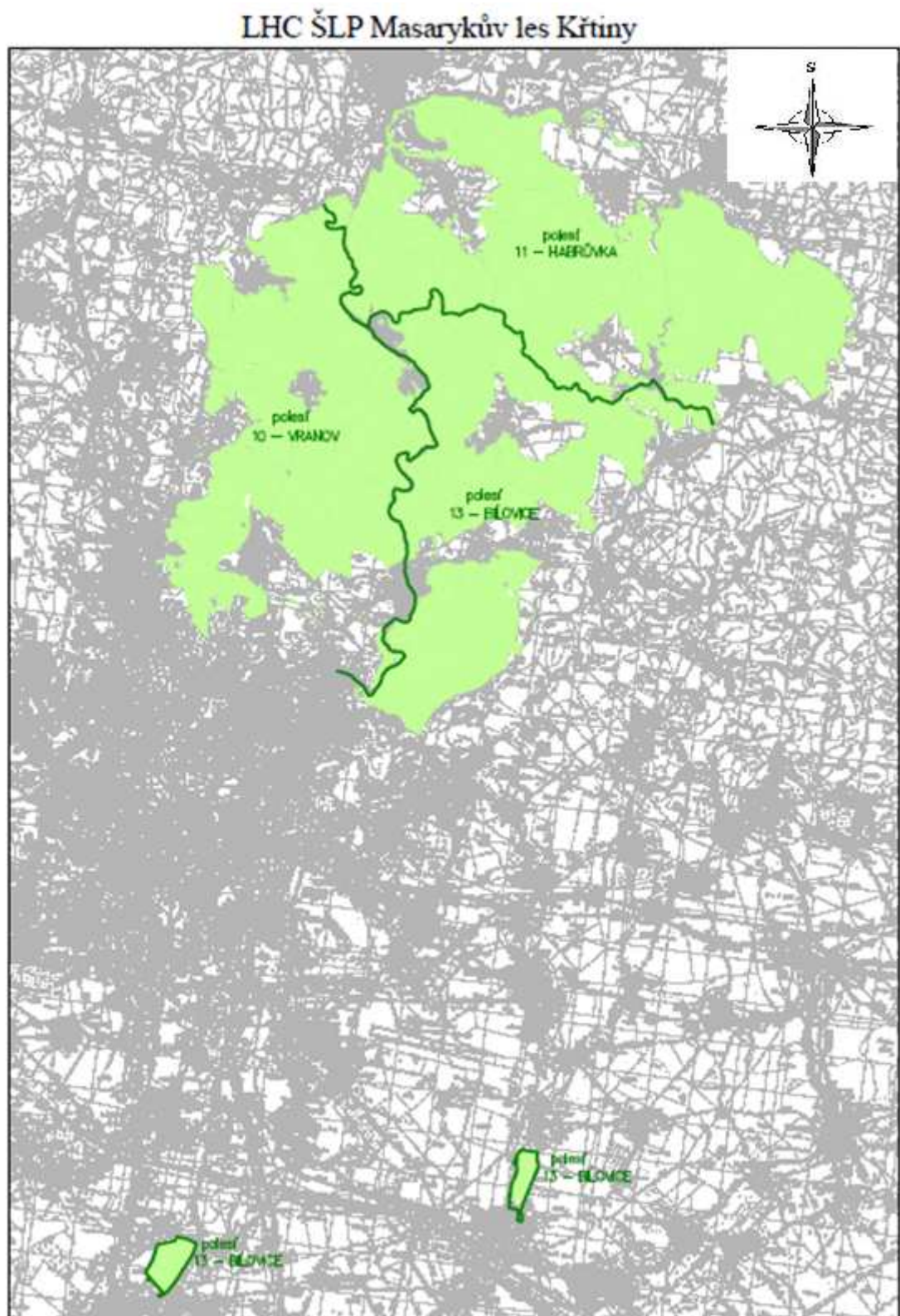
**ULRICH, R., DVOŘÁK, J., 2004.** Harvesterové technologie v lesním hospodářství v rámci programu SAPARD. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 44 s. ISBN 80-213-1154-1.

**ULRICH, R., SCHLAGHAMERSKÝ, A., ŠTOREK, V., 2003.** Použití harvesterové technologie v probírkách: text z CD. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1 sv.

**VAŠÍČEK, J., 2013.** Učební prezentace – Lesnická politika. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta.



## 10. PŘÍLOHY



Obr. 35: Plošné rozmístění LHC ŠLP Křtiny, M 1: 120 000 (LHP, 2013).

**Tab. 51: Ukázka zpracovaných porostů.**

LHC	Oddělení	Dílec	Por skup	Plocha etáže	Ter typ	SLT	Hosp. způsob	Věk	Dřevina číselný kód	Zastoupení dřeviny	Střední výčetní tloušťka	Střední kmen (m3 b.k.)	Dřev: Objem TO	Dřev: Objem TV	Přibl. vzd.	ter. typ.	ed. Kat.	HZ	věk	zast. Jehl. Min. 60%	podvozek	prumer u paty kmene	velikost hlavice	zasoba por. Sk.	velikost hlavice za nor.sk.	Plocha por.	barva
618000	1	A	01a	0,5	31	3H	1	9	1	40	0	0	0	0	1	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	nevhodné	1	0	žádná hlavice	0	žádná hlavice		yellow
618000	1	A	01a	0,5	31	3H	1	9	50	3	0	0	0	0	1	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	nevhodné	1	0	žádná hlavice	0	žádná hlavice		yellow
618000	1	A	01a	0,5	31	3H	1	9	51	20	0	0	0	0	1	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	nevhodné	1	0	žádná hlavice	0	žádná hlavice		yellow
618000	1	A	01a	0,5	31	3H	1	9	53	37	0	0	0	0	1	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	nevhodné	1	0	žádná hlavice	0	žádná hlavice	0,5	yellow
618000	1	A	01b	0,09	31	3H	1	3	10	100	0	0	0	0	1	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	vhodné	1	0	žádná hlavice	0	žádná hlavice	0,09	yellow
618000	1	A	02	0,37	21	3H	3	16	1	90	9	0,03	0	6	1	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	vhodné	1	12,6	a	0	a		yellow
618000	1	A	02	0,37	21	3H	3	16	51	10	0	0	0	0	1	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	vhodné	1	0	žádná hlavice	22	a	0,37	yellow
618000	1	A	04	0,34	31	3H	3	33	1	65	16	0,15	0	9	1	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	1	22,4	a	0	a		green
618000	1	A	04	0,34	31	3H	3	33	30	1	19	0,21	0	0	1	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	1	22,8	a	0	a		green
618000	1	A	04	0,34	31	3H	3	33	50	3	16	0,12	0	0	1	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	1	19,2	a	0	a		green
618000	1	A	04	0,34	31	3H	3	33	51	31	12	0,05	0	3	1	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	1	14,4	a	69	a	0,34	green
618000	1	A	05	0,51	31	3H	3	50	1	97	26	0,52	0	16	1	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	1	36,4	a	0	a		green
618000	1	A	05	0,51	31	3H	3	50	51	3	14	0,09	0	1	1	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	1	16,8	a	198	a	0,51	green
618000	1	B	12	0,16	69	2C	1	120	20	5	60	2,58	0	0	1	nevhodné	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	nevhodné	72	c	0	c		red
618000	1	B	12	0,16	69	2C	1	120	42	20	53	2,13	0	0	1	nevhodné	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	nevhodné	63,6	c	0	c		red
618000	1	B	12	0,16	69	2C	1	120	51	50	39	1,02	0	0	1	nevhodné	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	nevhodné	46,8	a	0	c		red
618000	1	B	12	0,16	69	2C	1	120	53	5	22	0,23	0	0	1	nevhodné	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	nevhodné	26,4	a	0	c		red
618000	1	B	12	0,16	69	2C	1	120	80	20	33	0,82	0	0	1	nevhodné	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	nevhodné	39,6	a	33	c	0,16	red
618000	1	C	13	0,05	59	3D	1	125	1	10	54	2,31	0	0	1	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	3	75,6	d	0	d		yellow
618000	1	C	13	0,05	59	3D	1	125	20	5	45	1,69	0	0	1	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	3	54	b	0	d		yellow
618000	1	C	13	0,05	59	3D	1	125	42	40	43	1,35	0	0	1	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	3	51,6	b	0	d		yellow
618000	1	C	13	0,05	59	3D	1	125	51	30	15	0,09	0	0	1	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	3	18	a	0	d		yellow
618000	1	C	13	0,05	59	3D	1	125	53	15	27	0,51	0	0	1	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné	nevhodné	3	32,4	a	10	d	0,05	yellow