

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav lesnické a dřevařské techniky

**Posouzení vhodnosti použití harvestorové technologie lesní
těžby na lesním majetku Orlík nad Vltavou, s.r.o.**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2015/2016

Petr Bambuškar

Prohlašuji, že jsem práci: Posouzení vhodnosti použití harvesterové technologie lesní těžby na lesním majetku Orlík nad Vltavou, s.r.o. zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona c. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejnování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon c. 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:..... podpis studenta

Poděkování:

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Prof. Ing. Jindřichu Nerudovi, CSc., za jeho rady, připomínky, věnovaný čas a trpělivost, kterou mi věnoval v průběhu řešení této práce.

Velké poděkování patří též zaměstnancům firmy Orlík nad Vltavou s.r.o., kteří mi poskytli veškerá potřebná data a cenné zkušenosti v oboru nasazení harvestorových technologií v lesním hospodářství. Dále bych také chtěl v neposlední řadě poděkovat mé rodině, která mne po celou dobu realizace této práce podporovala.

Abstrakt

Jméno: Petr Bambuškar

Název práce: Posouzení vhodnosti použití harvestorové technologie lesní těžby na lesním majetku Orlík nad Vltavou, s.r.o.

Cílem této bakalářské práce je posouzení vhodnosti použití harvestorových technologií v podmínkách, které panují na celém území firmy Orlík nad Vltavou, s.r.o.. Práce pojednává o harvestorových technologiích obecně, z hlediska jejich roztřídění, technických specifikací, limitů v terénu tak i upotřebitelnosti v praxi. Teorie pak bude konfrontována s praxí tím, že se porovnájí přírodní podmínky panující na LHC s podmínkami, které pro svůj provoz potřebují HT. Kritérii pro nasazení HT v porostu je zastoupení jehličnanů a jejich zásoba v jednotlivých věkových stupních a hospodářský soubor, na kterém se nacházejí.

Následně se porovnájí náklady pro srovnání harvestorové technologie s technologií klasickou. Ceny výkonů jsou použity pouze orientační.

Klíčová slova: Harvestorová technologie, porost, těžba, náklady, jehličnany

Abstract

Name: Petr Bambuškar

Title: Adjudication harvesting technology for using on forestry estate of Orlik nad Vltavou, s.r.o.

Objectives of this project is to consider usage of harvester technology at terms which are at forestry estate of Orlik nad Vltavou, s.r.o.. This project is about harvester technologies at large for example assortment of HT, technical specifications, limits in terrain and usability in practice. Theory will be after that confronted with practical experiences because we compare natural conditions which are at LHC with conditions which we need for deployment and using harvesting technologies. Using criteria for deployment of HT at underbrush is agency of conifers and wooden reserve in particular age stages and management set of stand where these conifers are.

After that we compare costs for HT and for classic technology of logging. Prices are only orientation.

Key words: Harvesting technology, underbrush, logging, costs, conifers

Seznam použitých zkratk

AVB – absolutní výšková bonita

BK – buk lesní

BO – borovice lesní

DG – douglaska tisolistá

HK – hospodářská kniha

HS – hospodářský soubor

HT – harvesterové technologie

HTLT – harvesterové technologie lesní těžby

JD – jedle bělokorá

LHC – lesní hospodářský celek

LHP – lesní hospodářský plán

LKT – lesní kolový traktor

LP – lípa

LVS – lesní vegetační stupeň

MD – modřín opadavý

OM – odvozní místo

PLO – přírodní lesní oblast

RMŘP – ruční motorová řetězová pila

SM – smrk ztepilý

UKT – universální kolový traktor

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce.....	2
3. Současný stav HT.....	3
3.1. Základní rysy HT.....	3
3.1.1. Harvestory.....	3
3.1.2. Vyvážecí stroje.....	9
3.2. Kritéria pro nasazení HT.....	11
3.2.1. Mikrorelief terénu a únosnost půdy.....	12
3.2.2. Doba těžby.....	15
3.2.3. Těžební zásah.....	16
3.2.4. Kvalifikace operátora.....	16
4. Metodika.....	18
4.1. Zdroj dat.....	18
4.2. Charakteristika zájmového území.....	18
4.3. Převažující technologie používané na LHC.....	18
4.4. Vlastní šetření.....	19
4.4.1. Kritéria pro nasazení HT.....	19
4.4.2. Hospodářský soubor.....	19
4.4.3. Zastoupení jehličnatých dřevin.....	20
4.4.4. Sklon terénu.....	20
4.4.5. Úřez harvestorové hlavice.....	20
4.4.6. Terénní šetření.....	20
4.5. Návrh harvestorů.....	21
4.6. Ekonomické aspekty HT.....	21
5. Výsledky.....	22
5.1. Charakteristika podmínek panujících na LHC Orlík nad Vltavou s.r.o.....	22
5.1.1. Geologické poměry.....	22
5.1.2. Pedologické poměry.....	22
5.1.3. Klimatické členění.....	23
5.2. Převažující technologie používané na LHC.....	24
5.3. Vlastní šetření.....	26
5.3.1. Kritéria nasazení HT.....	26
5.3.2. Zastoupení HS.....	27
5.3.3. Zastoupení dřevin.....	31
5.3.4. Sklon terénu.....	35

5.3.5.	Úřez harvestorové hlavice	35
5.4.	Terénní šetření.....	37
5.5.	Návrh harvestorových uzlů	42
5.6.	Ekonomické porovnání HT s klasickou technologií.....	44
6.	Diskuse	46
6.1.	Doporučení pro provoz.....	47
7.	Závěr	49
8.	Summary.....	50
9.	Seznam literatury	51

1. Úvod

Velice dlouhou dobu se v lesnickém oboru lidé snažili zefektivnit a zlevnit výrobu dříví. Upravovali a měnili své vybavení, které se postupně zdokonalovalo jak v oblasti dopravy, tak i těžby a přibližování dříví. Postupně se vývoj nářadí zdokonaloval až ke svému momentálnímu vrcholu, který dnes představuje ruční motorová řetězová pila. Také oblast přibližování se postupem času zdokonalovala. Přešlo se od přibližování vlastní silou, přes přibližování pomocí zvířat až k dnešnímu přibližování pomocí LKT.

Kvůli větší poptávce trhu po dřevě bylo nutné zefektivnit těžbu dříví a urychlit její dopravu do dřevozpracujících provozů. To vedlo k masivnímu rozšíření kmenové metody, kdy se sortimenty vyráběly až na expedičních skladech. Tato technologie byla ale náročná po finanční stránce a tak i přesto, že se díky ní zaměstnala spousta lidí, musela časem ustoupit metodě sortimentní, která splňovala požadavky trhu se vším všudy.

Sortimentní metoda nahrávala velice víceoperačním strojům, díky kterým se její průběh značně zrychlil. Není divu, že se první harvesterové technologie začaly aplikovat do provozu v severských zemích s hojným zastoupením jehličnatých dřevin, především pak smrku.

Tato technologie se v posledních letech čím dál tím víc upřednostňuje i v lesích po celé ČR. Tato situace je vyvolána vyššími náklady na lidskou práci a nižšími výkupními cenami ze strany dřevozpracujících závodů. Tyto skutečnosti nutí majitele lesů přemýšlet o nasazení harvesterových technologií zejména pro jejich rychlost v těžebním zásahu, množství dřevní hmoty, kterou jsou schopny vytěžit a hlavně zejména kvůli ceně, které nemohou těžaři s klasickou RMŘP konkurovat.

Ekonomika a zvláště také podíl zastoupení jehličnatých dřevin v ČR brzy povedou k tomu, že převážná část těžeb v lesním hospodářství se bude provádět za pomoci harvesterových technologií.

2. Cíl práce

Cílem této práce je posouzení vhodnosti použití harvesterových technologií na LHC Orlík nad Vltavou s.r.o..

Na základě poskytnutých dat posoudit, zda se firmě vyplatí použití těchto technologií na jejich majetku a pokud ano, tak v jaké míře. Popřípadě posoudit o kolik je tato technologie výhodnější oproti použití stávající technologie zahrnující RMŘP.

3. Současný stav HT

3.1. Základní rysy HT

3.1.1. Harvestory

Harvestor je víceoperační stroj, který odvětvuje, kácí, rozřezává kmen na jednotlivé sortimenty, které je schopen ukládat podle velikosti na různá místa v jednom cyklu. Tento stroj je schopen vyrábět sortimenty podle požadavků zadavatele práce, nebo je schopen sortimentace automatické, kdy řídicí systém vyhodnocuje nejlepší možný sortiment, který lze vyrobit. Jednotlivé sortimenty mohou být ukládány do hranic, nebo mohou zůstat po porostu nijak neurovnány (Ulrich, 2003).

Pro použití harvestorové technologie jsou vybírány porosty s co největším zastoupením jehličnatých dřevin. Převážně se jedná o smrkové popřípadě borové porosty, ve kterých je někdy v příměsi douglaska nebo modřín. Harvestory se ale mohou i použít v porostech, kde jsou zastoupeny i listnaté dřeviny jako je buk (Dvořák, 2004). Čas, který je potřebný ke zpracování jednoho stromu, se pohybuje okolo dvou minut. Záleží zde na hmotě stromu, počtu kráticích řezů, atd. .

Zajímavou kombinaci vyvážedky a harvestoru tzv. harwarder vyvinula firma ENTRACON. Její stroj je určen do probírkových těžeb pro menší vlastníky lesa, kdy se předpokládá, že majitel lesa nebude mít dostatek dřevní zásoby pro každodenní práci s harvestorem. Jednoduše se tedy na tomto stroji může vyměnit kácecí hlavice za hydraulickou ruku, prodloužit podvozek a upevnit na něj klanice.



Obr. 1: Harwarder ENTRACON EC60 při práci s kácecí hlavicí (www.entracon.cz, 20.4. 2016).

Harvestory lze samozřejmě třídit a to z mnoha různých hledisek:

- Druh podvozku
- Technologie zpracování stromu
- Základních technických parametrů

Harvestorové podvozky

Podvozek je velmi důležitou součástí harvestoru. Především je to klíčový faktor při jízdě terénem hlavně pak kvůli průchodnosti terénem a poškození půdy. Na podvozku také závisí, jak daný stroj zvládne jízdu po svahu a jaká bude stabilita stroje při práci.

Harvestorové podvozky dělíme na:

- Kolové
- Pásové
- Kráčivé
- kombinované

Ze všech typů podvozků je nejvíce používaný podvozek kolový, protože jeho použití je nejuniverzálnější. Může se pohybovat téměř na jakémkoliv podloží a při případných problémech s únosností povrchu lze použít kolopásky. Ty se ovšem dají použít jen u tandemové nápravy. Z toho hlediska se jeví pro použití kolopásků nejvhodněji stroje se čtyřmi nápravami. Stroje vybavené tímto počtem náprav, které jsou navíc opatřeny kolopásky jsou schopny projíždět i více podmáčená území. Naopak pro zvýšení trakce v terénu se používají řetězy. Ty bývají používány na jednotlivá kola v terénech, kde hrozí prokluz kol a nikoliv jeho možné propadnutí.

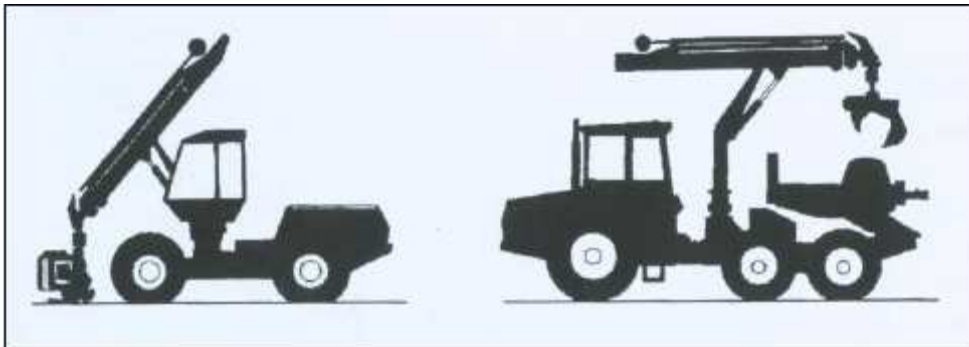


Obr. 2: Harvester Valmet (Komatsu) s pásovým podvozkem

Technologie zpracování stromu harvestorem

U tohoto rozdělení lze harvestory rozdělit na:

- Harvestory kompaktní
- Harvestory výložníkové



Obr. 3: Porovnání vyobrazení harvestoru výložníkového a kompaktního harvestoru. (Ulrich a kol., 2003)

Harvestory kompaktní

Tyto harvestory mají kácecí i odvětvovací zařízení nesené na přední části stroje. To ale v praxi znamená, že musejí pro skácení dojet ke každému stromu tak, aby se ho dotýkaly.

Harvestory výložníkové

Tyto harvestory se dále dělí na:

- Harvestory jednofázové
- Harvestory dvoufázové

Harvestory jednofázové

Tyto harvestory mají hlavici integrovanou. Mohou tedy při jediném úchopu stromu jej pokácet, odvětvit, krátit a ukládat. To vše v jednom výrobním kroku.

Harvestory dvoufázové

Harvestory dvoufázové mají na konci jeřábu jen kácecí hlavici. Procesorová jednotka je umístěna odděleně na harvestoru. Kácecí hlavice zároveň slouží ke vkládání pokácených stromů do procesorové jednotky.

Výložníkové harvestory lze dělit také podle místa upevnění hydraulického jeřábu na:

- Harvestory s hydraulickým jeřábem umístěným před kabinou
- Harvestory s hydraulickým jeřábem umístěným vedle kabiny
- Harvestory s hydraulickým jeřábem umístěným za kabinou

Rozdělení harvestorů dle základních parametrů

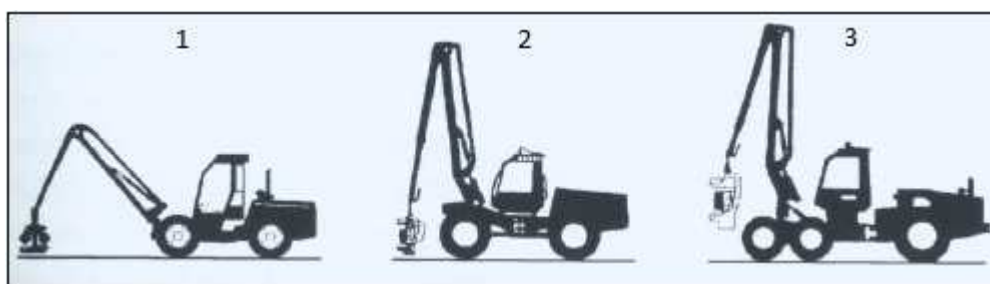
Ve většině publikací jsou harvestory členěny podle jejich výkonu, hmotnosti, šířky a dalších údajů (Ulrich, et al. 2003, et al. 2006) Pokud se jedná o třídění podle výkonu motoru a dalších pár kritérií můžeme vidět rozdělení do 3 kategorií v tabulce č. 1.

Tab. 1: Rozdělení harvestorů podle výkonu motoru (Bartoš, 2009)

Vybraná technická data kolových harvestorů	Jednotka	Malý harvestor	Střední harvestor	Velký harvestor
Výkon motoru	kW	do 80	80 - 140	140 +
Hmotnost	t	4 až 9	10 až 15	15 až 18 (24)
Šířka stroje	m	1,6 - 2,3	2,4 - 2,8	2,7 - 3,00
počet kol	ks	4, 6, 8	6, 8	6, 8
Dosah ramene výložníku	m	6 až 8	8 až 10	9 až 12,5
Průměrná hmotnost zpracovávaných stromů	m ³	0,1 - 0,2	0,20 - 0,40	0,40 +
Maximální průměr úřezu	cm	20 - 40	35 - 50	50 - 70 (+)
Průměrná hodinová výkonnost	m ³ /h	3 až 5	4 až 9	8 až 15
Průměrná roční výkonnost	m ³ /rok	12 000	22 000 - 25 000	30 000 - 40 000

Tab. 2: Orientační členění kolových harvestorů do výkonových tříd (Neruda a kol., 2013)

Orientační technická data kolových harvestorů	Jednotka	I. Malý harvestor	II. Střední harvestor	III. Velký harvestor
Optimální hmotnost zpracovávaných stromů	m ³	0,10- 0,50	0,40-0,80	0,70-2,00
Průměrná hodinová výkonnost	m ³ /h	4,00	10,00	16
Výkon motoru	kW	40-110	110-170	170-250
Šířka	cm	180-230	230-280	280-320
Dosah hydraulického výložníku	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



Obr. 4: Třídy harvestorů: 1. malý, 2. střední, 3. velký. (Bartoš L., 2009)

Harvestorové hlavice

Existují dva základní typy harvestorových hlavic, a to hlavice kácecí a hlavice procesorová. Kácecí hlavice pouze pokácela strom, ale nemohla ho dále odvětvit. Procesorová hlavice byla naopak určena pouze k odvětvování a někdy i krácení. Dnes se na harvestorech používají výhradně hlavice kombinované, které zvládají jak pokácení stromu, tak i jeho odvětvení.

Harvestorové hlavice v dnešní době můžeme namontovat na více energetických prostředků než pouze na harvestor. Existují varianty kácecích hlavic na hydraulických rýpadlech. Nicméně zde má velký vliv správné dimenzování použitého stroje na danou kácecí hlavici.



Obr. 5: Forwarder Entracon EF60 (www.otljarocin.lasy.gov.pl, 10.4. 2016)

3.1.2. Vyvážecí stroje

Vyvážecí stroje můžeme rozdělit na:

- Forwardery
- Vyvážecí soupravy

Rozdíl mezi těmito dvěma typy strojů je ten, že forwarder je jeden stroj, který je opatřen zlamovacím rámovým podvozkem, který bývá opatřen třemi nebo čtyřmi nápravami. Nápravy mohou být opatřeny koly, nebo pásy pro lepší průchodnost v terénu. Oproti tomu jsou vyvážecí soupravy složeny z traktoru a vyvážecího přívěsu opatřeného klanicemi, na kterém je nasazen hydraulický jeřáb a stabilizační podpěry. Vyvážecí přívěs může být buď vlečený, nebo může být opatřen pohonem kol. To je zajišťováno podobně jako u některých harvestorů a forwarderů firmy Vimek, kdy je pohon kol zajišťován ocelovým kolem se zářezy, které se vkládá mezi kola a v případě potřeby při jízdě náročným terénem se vtlačí do dezénu pneumatik (Bartoš, 2010). Pohon kol přívěsu i forwarderů mohou zajišťovat i hydromotory uložené v kolech (Neruda a kol., 2013).

Forwardery jsou složeny z těchto hlavních částí:

- Podvozek
- Kabina
- Hydraulický jeřáb s drapákem
- Ložná plocha

Ložná plocha je prostor, kam se ukládají sortimenty. Je ohraničen klanicemi, které jsou upevněny v rámu podvozku, a od kabiny je tento prostor oddělen opěrnou mříží. Na ložné ploše je možné přepravovat sortimenty do 6 m délky. Velice důležitými údaji je nosnost a průřez ložné plochy, jehož velikost se udává v m². Užitečná hmotnost se uvádí v tunách a její hodnota se pohybuje nejčastěji od 5 do 13 tun. Plocha průřezu se zase pohybuje od 3,3 do 8,7 m² (Ulrich, 2006).

Tab. 3: Orientační řazení forwarderů 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 souprava (www.agroseznam.cz, 10.4 2016)

3.2. Kritéria pro nasazení HT

Je samozřejmé, že harvesterové technologie nemohou být použity na naprosto každém místě v území LHC. Použití těchto technologií je též omezeno určitými podmínkami, které na stanovištích panují. Pokud by se tato kritéria přehlížela, mohlo by dojít ke způsobení škody jak na porostu, půdě, tak i na samotném harvestoru či forwarderu.

Z těchto kritérií jsou myšleny především přírodní činitele. Těmi jsou především pak sklon, mikrorelief terénu a samozřejmě i kvalita povrchu, po kterém se stroj pohybuje. Kvalita povrchu se samozřejmě mění i s ohledem na roční období, kdy jiná únosnost povrchu bude v zimě, kdy budou panovat mrazy, a půda bude zmrzlá a jiná únosnost bude naopak po roztání sněhové pokrývky. Mezi kritéria též řadíme dřevinu. Především pak její druh a věk. Dalšími podmínkami jsou pak podmínky technické a ekonomické. V technických podmínkách jsou zahrnuty úkony, jako je příprava stanoviště a volba stroje s dostatečnými parametry pro práci v daném porostu. Mezi ekonomická kritéria pak počítáme například volbu délek sortimentů, na kterých nám závisí výkupní cena.

3.2.1. Mikrorelief terénu a únosnost půdy

Jelikož je půda plná pórů a obsahuje látky pro výživu rostlin na stanovišti, je dobré, aby nedocházelo k jejímu zhutňování a tím i k omezení její retenční schopnosti. Zhutňováním půdy dochází ke zpomalování přírodních procesů, tj. promrzání a rozmrzání půdy, prorůstání kořenů dřevin a bylin, mikrobiální činnosti a činnosti drobných živočichů (Suchomel a kol., 2009). Samozřejmě je, že pórovitost půdy není pro každý typ půd stejná, a závisí na podílu jednotlivých zrnitostních frakcí. Například Šimek (2005) se dozvíme, že pórovitost písčitých půd je 35-45 %, hlinitých 45-55 % a jílovitých 50-70 %. Největší tlak takto vyvinutým na půdu a tím i největší vliv na zhutňování nemají harvestory, ale forwardery a vyvážecí traktory, které při svém výkonu projíždějí opakovaně jednou trasou. Tlak takto vyvinutý na půdu lze snížit použitím více kolových (například osmikolových) verzí vyvážecích traktorů s použitím pásů, nebo již použitím mechanizace již z továrny postavených na pásových podvozcích. Tlak vyvinutý na půdu lze také snížit použitím většího množství klestu položeného na cestu v dostatečné mocnosti.

Co se týče mikroreliefu terénu, ten z větší části zahrnuje překážky jako například různé vyvýšeniny a prohlubně a jejich velikost. Členitost terénu pak závisí především na vzdálenosti mezi těmito místy. Ty takto mohou ovlivňovat jak trasu, tak i použitou rychlost a s tím spojenou i efektivnost práce a použití harvestorových technologií. Se vzrůstajícím sklonem svahu se vliv překážek stává více výrazným (Ulrich, et al.2006). Svahovou dostupnost lze zvýšit použitím trakčního navijáku. Při jeho využití se svahová dostupnost HT může zvýšit až na 75 % (Ulrich a kol., 2014). Pokud jsou v těženém porostu tyto překážky ve zvýšené četnosti, musí být operátor opatrný, aby zachoval stabilitu, popřípadě nepoškodil svojí nedbalostí konstrukci stroje. Pro posouzení únosnosti a vhodnosti použití harvestorových technologií bylo zpracováno několik terénních klasifikací.

Tab. 4: Charakteristiky terénních typů v terénní klasifikaci Lesprojekt 1980

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

Tab. 5: Tabulka orientačního 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								
Únosné	<26	11, 12, 13		B, K, M, S	D, H, I	U	L, O, V	P, Q		
	26 - 40	14	A, C, J, F, N, X, Y, Z							
	>40	15	A, C, F, N, X, Z							
Neúnosné	<26	21, 22, 23				U	L, O, V	P, Q	T, G	R
	26 - 40	24	J, Y							
	>40	25								
S překážkami	<26	31, 32, 33	A, C, F, N, X, Z							
	26 - 40	34								
	>40	35								



Obr. 7 a 8: - Na fotografiích můžeme vidět, že se operátor harvestoru snaží za pomoci klestu zvýšit adhezi pneumatik na kluzké lince, kterou nemohl vyjet.

3.2.2. Doba těžby

Tento faktor hraje velmi důležitou roli kvůli velké možnosti poškození půdy a přibližovacích linek v nesprávně zvoleném období. Tato situace je velice proměnlivá z hlediska času, protože zde může v jakoukoliv dobu zasáhnout například dlouhotrvající déšť. Obecně lze ale říci, že největší riziko změny únosnosti je období od jara do podzimu, kdy je největší pravděpodobnost, že půda rozmokne. Nutno podotknout, že velký podíl na stavu linek má i frekvence jejího využívání. Velkou roli zde tedy hraje organizace práce i pečlivé plánování vyvážecích tras.

3.2.3. Těžební zásah

Použití harvestorových technologií je účelné především pro zásahy ve větších komplexech porostů, mezi kterými je menší přejížděcí vzdálenost. Stromy se pro harvestory označují třemi tečkami, které svírají úhel přibližně 120°. Označení musí být dostatečně veliké, aby bylo patrné i z operátorovy kabiny.

Převážná část harvestorů je používána především v mýtní a předmýtní těžbě. Existují i harvestory malé, které se používají do probírek (Vimek 404T5). Malé harvestory mají ale větší problém s poruchovostí. Proto renomovaní výrobci jako je Ponsse, John Deere (Timberjack), Komatsu vyrábějí harvestory pro předmýtní těžby.

3.2.4. Kvalifikace operátora

Na tomto aspektu závisí výkonnost celé harvestorové technologie. Je to jediný lidský faktor, který do tohoto výrobního postupu zasahuje. Kvalifikačně nejsou na operátora harvestoru či forwarderu vedeny velké nároky. Obecně stačí mít pouze řidičský průkaz obsahující skupiny C popřípadě T. Dokonce na funkci operátora těchto strojů není potřebné ani základní vzdělání. V současné době existuje pár školicích středisek, které jsou schopny budoucí operátory harvestorů náležitě na svou práci připravit. Mezi tyto střediska patří například školicí středisko Merimex, školicí středisko Ponsse, nebo lesnická akademie Trutnov.

Pro práci operátora je důležitá dobrá fyzická i psychologická vyzrállost, protože jako operátor musí člověk sledovat více míst na jednou. Dále jsou zde předpoklady k tomu, aby byl operátor schopen zkoordinovat motorickou koordinaci s dobrým prostorovým viděním.

Zpracování nového operátora harvestoru není jednoduché. Simanov (1998) uvádí, že operátorovo zpracování je dlouhodobé. Teprve až po 40 dnech se výkonnost zvedne na cca 80%. Po této době už výkonnost stoupá pomaleji. Trvá dalších cca 80 dní, aby výkonnost stoupla na 90%. Plné zručnosti s harvestorem lze dosáhnout až po cca 350-390 směnách. Pokud tedy operátor do dvou měsíců nedosáhne 80% zručnosti, tak je velice pravděpodobné, že na tuto práci nemá dobré předpoklady a jeho setrvání na této pozici bude jen degradace produktivity práce.

Operátor harvestorové techniky by také měl být zručný co se techniky a opravy týče. Zvláště pak k té, kterou právě obsluhuje. Jedny z nejdůležitějších předpoklady jsou tyto (Kajzar, 2008):

- Samostatnost při řešení problémů
- Rozvážný, ne pomalý
- Manuálně zručný
- Aktivní přístup a schopnost se učit nové věci
- Pozitivní vztah k IT
- Ochota snášet častou změnu pracovních míst pracovního pohybu

4. Metodika

4.1. Zdroj dat

Pro zpracování této práce je vycházeno z informací obsažených v LHP Orlík nad Vltavou s platností od 1.1.2011 - 31.12.2020. Ačkoliv je tento hospodářský plán v polovině své platnosti, neberou se brát v potaz změny v porostech. Tato práce se totiž týká pouze teoretického zhodnocení vhodnosti použití harvestorových technologií a případně posloužit společnosti, která lesy vlastní jako pomoc při případném rozhodování o nákupu těchto strojů.

Bohužel je v LHP volitelnou položkou terénní typ. Tuto možnost firma Orlík nad Vltavou s.r.o. nevyužila, tudíž tato informace v LHP obsažena není. Plánování harvestorových těžeb tak má na starosti v mladých porostech lesnický personál a o použití v mýtních těžbách rozhoduje ředitel, popřípadě jeho zástupce podle svých letitých zkušeností.

4.2. Charakteristika zájmového území

Pro charakteristiku území se vychází z dat, která jsou obsažena v LHP. V tomto bodě jsou popsány především přírodní podmínky, jako jsou podmínky klimatické, pedologické. Dále je tento popis zaměřen na HS a jejich zastoupení v celém LHC. Tato charakteristika je velmi důležitá pro další šetření.

4.3. Převažující technologie používané na LHC

Na základě konzultací jak s vedením, tak i zaměstnanci firmy jsou popsány technologie, které jsou nejvíce používány na ploše LHC.

4.4. Vlastní šetření

Šetření bylo prováděno v rovině modelové, a to jak v terénu, tak i za pomoci programu Microsoft EXCEL. Použitá data jsou vybrána z hospodářské knihy, šetření v terénu a výkazů o vytěženém dříví.

4.4.1. Kritéria pro nasazení HT

Zde budou shrnuty obecná kritéria pro použití HT. Ta budou následně použita k filtraci vhodných hospodářských souborů a porostů s jehličnatými dřevinami.

4.4.2. Hospodářský soubor

Mezi kritéria pro použití HTLT na vybraném LHC bude použit převažující HS, ze kterého lze částečně vyčíst, jaké podmínky se na daném stanovišti nacházejí. Toto řešení bude použito z důvodu absence označení terénních typů v hospodářské knize, které je volitelné a pro lesní majetek firmy nebylo nikdy zpracováno. Všechny vhodné HS pak budou procenticky shrnuty do grafu, který bude vyjadřovat, kolik procent celkové výměry lesní půdy zaujmají HS vhodné pro těžbu pomocí HT. Dále zde budou vyfiltrovány edafické kategorie, které jsou zastoupeny na celém LHC podle orientačního členění edafických kategorií podle únosnosti. Výsledky budou prezentovány ve formě grafu.

4.4.3. Zastoupení jehličnatých dřevin

Zastoupení jehličnatých dřevin pro použití HT je velice důležité. Proto bude za pomoci HK sestaveno zastoupení dřevin procentické po ploše i v rámci zásoby v m³ bez kůry. Za pomoci programu EXCEL budou vybrány nejdůležitější jehličnaté dřeviny a plocha jimi zaujatá bude vyjádřena pro jednotlivé věkové stupně. Podle rozložení velikosti ploch jednotlivých věkových stupňů jehličnatých dřevin se bude na dále rozhodovat, pro jaké věkové stupně bude nevhodnější vybírat použití HT.

4.4.4. Sklon terénu

V této podkapitole se budu zabývat sklonem terénu a i terénními typy.

4.4.5. Úřez harvestorové hlavice

Za pomoci koeficientů a průměrných tloušťek stromů v $d_{1/3}$ spočítám průměrnou tloušťku na pařezu, protože je tato veličina velmi důležitá pro výběr harvestorové kácecí hlavice. Tloušťky budou změřeny ve vzorových porostech a přepočítány na maximální, minimální a průměrné tloušťky. U průměrných stromů bude stanoven jejich přibližný objem.

4.4.6. Terénní šetření

Pro terénní šetření bylo vybráno několik porostů na úseku 24. Obora. Zde probíhala v minulých letech jak těžba za pomoci harvestorových technologií, tak klasickou metodou. Posuzovány byly porosty přibližně stejného stáří a hmoty. Ze zkoumaných skutečností v porostu byla velikost a výše nasazení technologie a zpětné dohledání vytěžené hmoty z jednotlivých porostních ploch. Budou zde spočítány podle ceníku přibližné náklady na těžbu jak HT, tak i klasickou RMŘP. U obou způsobů těžeb se bude uvažovat o vyvážení dřevní hmoty za pomocí forwarderu. Pro RMŘP bude vypočten podle místních norem i čas potřebný na provedení těžebního zásahu.

4.5. Návrh harvestorů

Podle výsledků a hlavně velikosti plochy jehličnatých porostů v jednotlivých věkových stupních budou za pomoci katalogů od různých výrobců vybrány nejvhodnější stroje pro práci na LHC. V této části se nebude uvažovat o pořízení forwarderu, jelikož jsou již dva forwardery ve vlastnictví firmy a jejich další pořízení by bylo zbytečné. Pro výběr harvestoru bude důležité na jak velké ploše by harvestor našel uplatnění. Mezi vybranými prostředky bude i jeden harwarder. Tento stroj bude mít ekonomickou výhodu v použitelnosti při nedostatku plochy pro využití HT.

4.6. Ekonomické aspekty HT

Podle podkladů orientačních ceníků pro těžbu a vyvážení bude provedeno porovnání nákladů na těžbu, přibližování a vyklizování na OM. Porovnání se bude týkat různých kombinací těžebních metod s různými prostředky pro přibližování. Na základě těchto podkladů budou sestaveny přehledné grafy, které budou vyjadřovat rozdíly cen v různých průměrných hmotnostech těžných stromů. Zároveň zde budou představeny různé varianty těžebních uzlů a nákladů na jejich použití v různých hmotnostech.

5. Výsledky

5.1. Charakteristika podmínek panujících na LHC Orlík nad Vltavou s.r.o.

Firma Orlík nad Vltavou, s.r.o. byla založena v roce 2007 za účelem obhospodařování majetků Karla Schwarzenberga a Jana Schwarzenberga.

Majetek firmy Orlík nad Vltavou s.r.o. je z hlediska spravované výměry lesního půdního fondu druhým největším soukromým majetkem v ČR. Její pozemky se nacházejí především v okolí kaňonu, který vytvořila řeka Vltava. Rozmanitost podmínek panujících na LHC není nijak velká. Celé LHC se tak nachází v PLO 10 Středočeská pahorkatina. Průměrná nadmořská výška se pohybuje od 400 m n. m. do 500 m n. m..

5.1.1. Geologické poměry

Z geologických vrstev zde můžeme najít Moldanubikum, Algonkium, Pluton a Kvarter. Tuto geologickou rozrůzněnost má na svědomí geologicky pestré území. Největší vliv má na toto členění kaňon, který vytvořila řeka Vltava.

5.1.2. Pedologické poměry

Z pedologického podloží převažují především kambizemě. Ve větším množství jsou zastoupeny také luvizemě. Na plošinách se mohou vyskytovat pseudogleje a na svazích s větším množstvím skeletu najdeme rankerové kambizemě až rankery. Na některých místech se můžeme setkat s podzoly. V malém množství jsou na majetku zastoupeny fluvizemě a kambické a rašelinné gleje.

5.1.3. Klimatické členění

Podle klimatického členění Quita, E. (1971) leží území LHC v klimatických oblastech MT7, MT10, MT11. Oblasti jsou rovnoměrně zastoupeny od nejteplejších, které leží na severu až po ty nejchladnější, které leží na jihu ve vyšších nadmořských výškách.

Tab. 6: Charakteristika jednotlivých klimatických oblastí zastoupených na LHC Orlík nad Vltavou, s.r.o.

Charakteristiky	MT 7	MT 10	MT 11
Počet letních dnů	30 – 40	40 – 50	40 – 50
Počet dnů nad 10°C	140-160	140-160	140-160
Počet mrazových dnů	110-130	110-130	110-130
Počet ledových dnů	40-50	30-40	30-40
Průměrná teplota v lednu	-2 až -3	-2 až -3	-2 až -3
Průměrná teplota v červenci	16-17	17-18	18-19
Průměrná teplota v dubnu	6.-7	7-8	7-8
Průměrná teplota v říjnu	7-8	7-8	7-8
Průměrný počet dnů se srážkami nad 1 mm	100-120	100-120	110-130
Úhrn srážek ve vegetační době	400-450	400-450	400-450
Úhrn srážek v zimě	250-300	200-250	200-250
Srážky celkem	600-700	550-650	550-650
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60-80	50-60	50-60
Počet dnů zatažených	120-150	120-150	120-150
Počet dnů jasných	40-50	40-50	40-50

Klimatická oblast MT7 – 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.

Klimatická oblast MT10 – dlouhé léto, teplé a mírně suché krátké přechodové období s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, krátká zima, mírně teplá a velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Klimatická oblast MT10 – dlouhé léto, teplé a suché s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, krátká zima, mírně teplá a velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Průměrná roční teplota: pohybuje se kolem 7°C

Průměrné roční srážky: pohybují se kolem 540 mm

Délka vegetační doby se pohybuje mezi 150 - 160 dny

Langův dešťový faktor se pohybuje okolo hodnoty 87 a je na hranici humidní a semihumidní srážkové oblasti

5.2. Převažující technologie používané na LHC

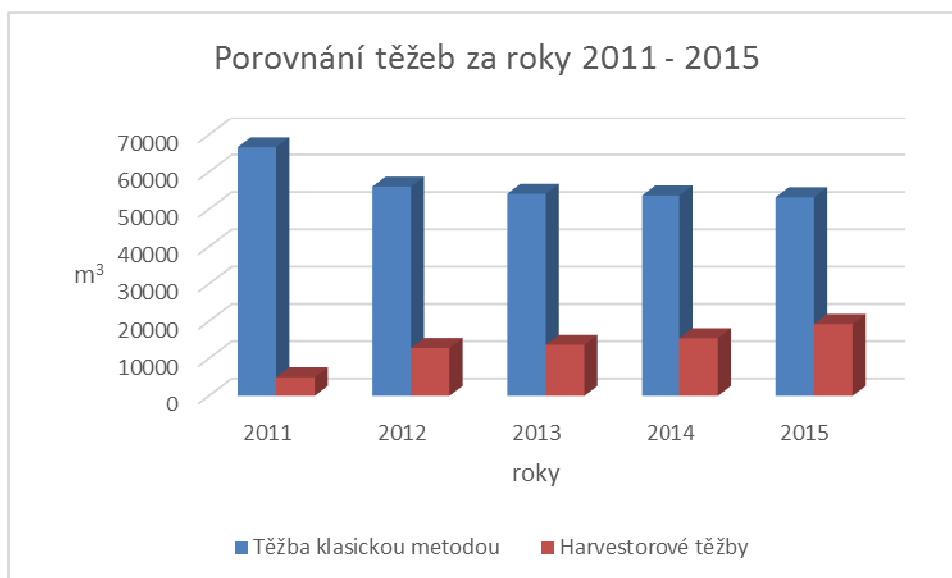
Na celém území LHC je prováděna těžba ve většině případů klasickou technologií, kde se využívá pracovníka s RMŘP a UKT.

Jak v předmýtních, tak i v mýtních těžbách se zde používá z velké části sortimentní metoda. To je zapříčiněno tím, že v majetku firmy není žádný manipulační sklad a také tím, že záleží především na požadavcích odběratele. Vyklizování probíhá za pomoci UKT, LKT nebo forwarderu, které jsou na celém LHC dva a v případě potřeby se přemisťují mezi lesnickými úseky. U přibližovací techniky záleží opět na hmotě a především pak délce přibližovaného dříví.

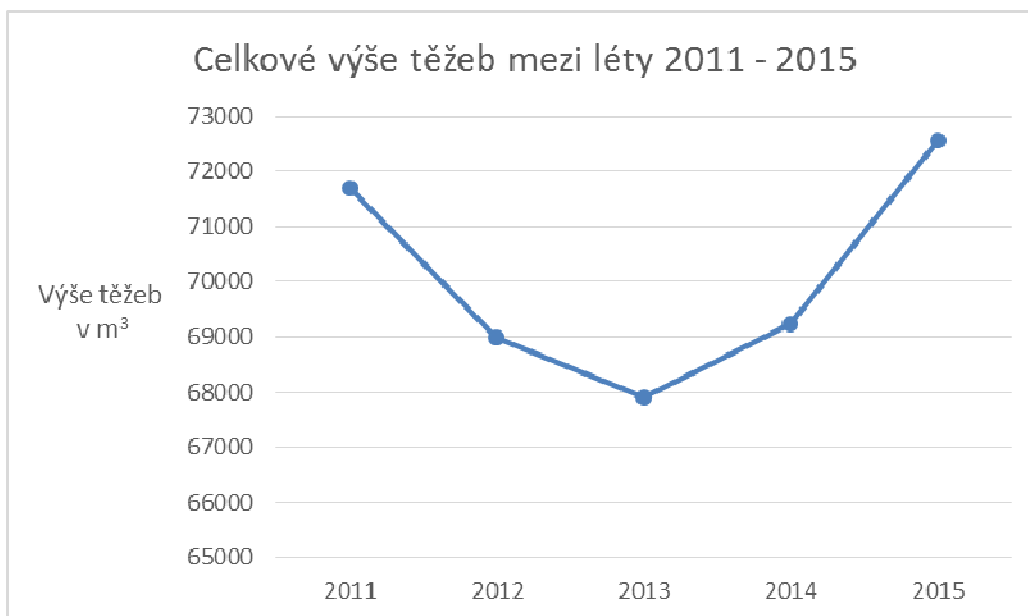
Lesní cestní síť vybudovaná na majetku patří dle zpracovatele LHP k těm nejhustším, a tak není zapotřebí vlastnit manipulační sklad. Z OM putují sortimenty rovnou k odběrateli. Nejčastější rozměr sortimentu jsou 4m.

Harvestorová technologie těžby zde již párkrát během let proběhla. Jednalo se především o pomoc při zdělávání polomů po kalamitách a výchovné probírkové těžby, kdy byly těženy porosty o velké ploše, které byly zalesněny smrkem po kalamitách. Jelikož by bylo v těchto porostech velice nákladné provést výchovný zásah moto manuálně, vedení povolilo nasazení harvestoru.

Jak je vidět z obr. 9, výše harvestorových těžeb se od roku 2011 pomalu na LHC Orlík nad Vltavou zvyšuje.



Obr. 9: Porovnání výše harvestorové těžby a těžby klasickou metodou mezi lety 2011 – 2015



Obr. 10: Celkové výše těžeb v jednotlivých letech 2011 – 2015

Na toto decénium jsou naplánovány maximální výše těžby v mýtních porostech na 562 187 m³ a předmýtních porostech na 103 813 m³. Mýtní těžby na tomto LHC jsou značeny pouze vedoucími pracovníky a to ve snaze podpořit přirozenou obnovu. Probírkové zásahy jsou již v režii hajných, kteří tyto zásahy značí především s ohledem na kvalitu budoucích sortimentů.

5.3. Vlastní šetření

5.3.1. Kritéria nasazení HT

Mezi použitá kritéria pro rozhodnutí o vhodnosti použití HT na LHC Orlík nad Vltavou, s.r.o. budou použity následující:

- Min. zastoupení jehličnatých dřevin – 60 %.
- Maximální sklon terénu 40 % včetně této hodnoty.
- Hospodářské soubory mimo lesy ochranné a ovlivněné vodou.

Zařazení HS do edafických kategorií proběhne za pomoci programu EXCEL, ve kterém se vyfiltrují data obsažená v HK, kde jsou uvedeny, jaké edafické kategorie spadají do určitých HS. Samotná filtrace hospodářských souborů bude prováděna podle hlavní dřeviny v HS, stanoviště a určení lesa – lesy ochranné budou z výběru vhodnosti použití HT vyloučeny. Lesy zvláštního určení budou ponechány z důvodu jejich velkého zastoupení na ploše LHC. Jejich zastoupení je dáno především velkou plochou zaujímajících mysliveckých zařízení, jako například obory a bažantnice

5.3.2. Zastoupení HS

Zastoupení HS bylo zjišťováno za použití textové části LHP. Mezi HS vhodné pro použití HTLT byly vybrány ty, které nejsou ovlivněny vodou, nejsou zařazeny do kategorie lesů ochranných a ty, na kterých jsou zastoupeny převážně listnaté porosty. Dále byly vyselektovány vhodné edafické kategorie, na kterých je předpoklad úspěšného použití HTLT. Tyto edafické kategorie byly vybírány na základě tabulky orientačního členění edafických kategorií podle únosnosti (Ulrich a kol., 2006).

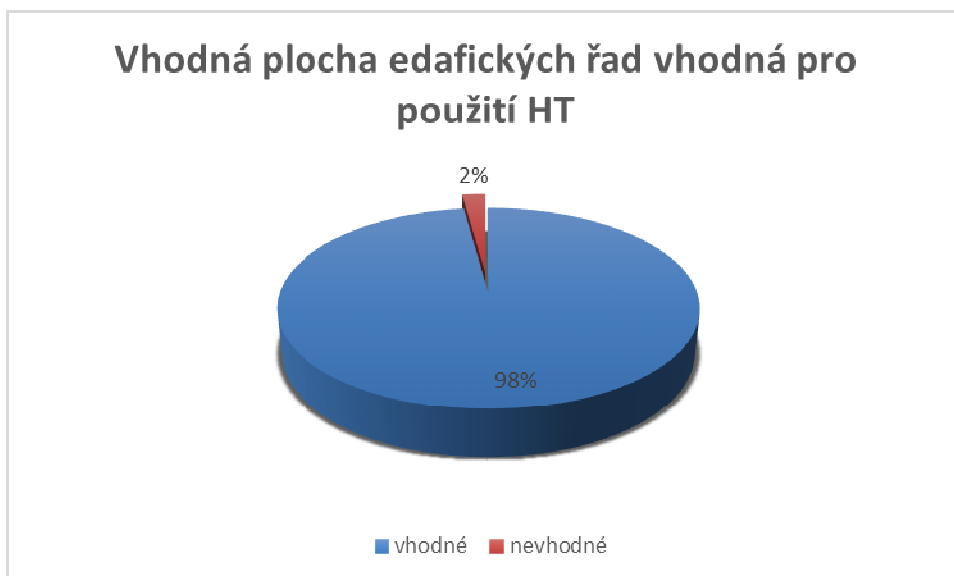
Tab. 7: Procentické a hektarové zastoupení jednotlivých HS na LHC Orlík nad Vltavou, s.r.o.

HS	ha	%
013	41,86	0,47
213	179,19	2,03
233	631,67	7,15
251	23,32	0,26
401	219,29	2,48
411	281,24	3,18
416	445,98	5,05
421	251,48	2,85
431	1801,38	20,39
434	2,52	0,03
441	491,97	5,57
445	67,27	0,76
446	156,64	1,77
451	2396,76	27,13
456	617,34	6,99
461	77,15	0,87
465	88,38	1,00
471	1038,03	11,75
474	21,74	0,25

Z tab. 8 je dobře patrné, že lesy firmy jsou zastoupeny z převážné většiny ve 3. a 4. LVS a na kyselých a živných stanovištích. Podle hospodářských souborů lze poznat, že velká část lesního majetku spadá do kategorie lesů zvláštního určení. To je zapříčiněno tím, že velkou plochu zaujímají obora a bažantnice.

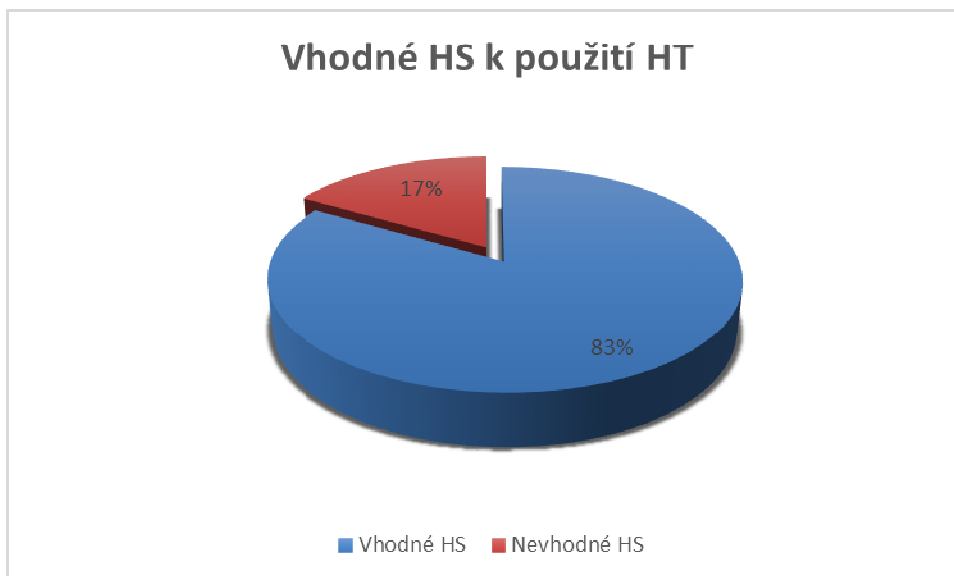
Tab. 8: Plocha edafických řad vyskytujících se v jednotlivých vegetačních stupních na LHC Orlík nad Vltavou, s.r.o.

LVS	0	1	2	3	4	Celkem
Řada						
Y				17,41	0,14	17,55
Z		34,12				34,12
J				2,13		2,13
C			196,62	93,07	8,69	298,38
F				7,38	0,08	7,46
N			4,82	16	13,25	34,07
A			0,26	47,37		47,63
K			50,4	1198,46	455,97	1704,83
I				34,37	0,43	34,8
B				17,86		17,86
D			29,84	72,1	0,38	102,32
H				96,63		96,63
S			229,77	4473,16	311,92	5014,85
P				10,04	139,51	149,55
O				658,85	483,15	1142
V				56,39	27,39	83,78
L			17,66	7,02		24,68
G		0,13		3,4	15,28	18,81
R	2,73					2,73
Celkem	2,73	34,25	529,37	6811,64	1456,19	8834,18



Obr. 11: Znárodnění množství edafických řad, na kterých je možné použít HT

Jako vhodné edafické kategorie pro použití HT byly vybrány kategorie : Y, Z, J, C, F, N, A, K, I, B, D, H, S, O, V a L, které zaujímají celkovou plochu 8645,54 ha.



Obr. 12: Procentické zastoupení HS vhodných pro nasazení HT

Procentuální zastoupení HS, které jsou vhodné k nasazení HT je vidět na obr. 12.. Z celkové plochy zastoupení všech HS, která činí 8833,21 ha je vhodných k použití HT 6355,97 ha, tedy 72 % plochy.

5.3.3. Zastoupení dřevin

Podle výpisu z dřevin z LHP byla sestavena tabulka nejčastěji zastoupených jehličnatých dřevin a jejich plochy v jednotlivých věkových stupních. Dále byl procenticky vyjádřen podíl jehličnatých dřevin na zásobě, ale i na ploše celého LHC.

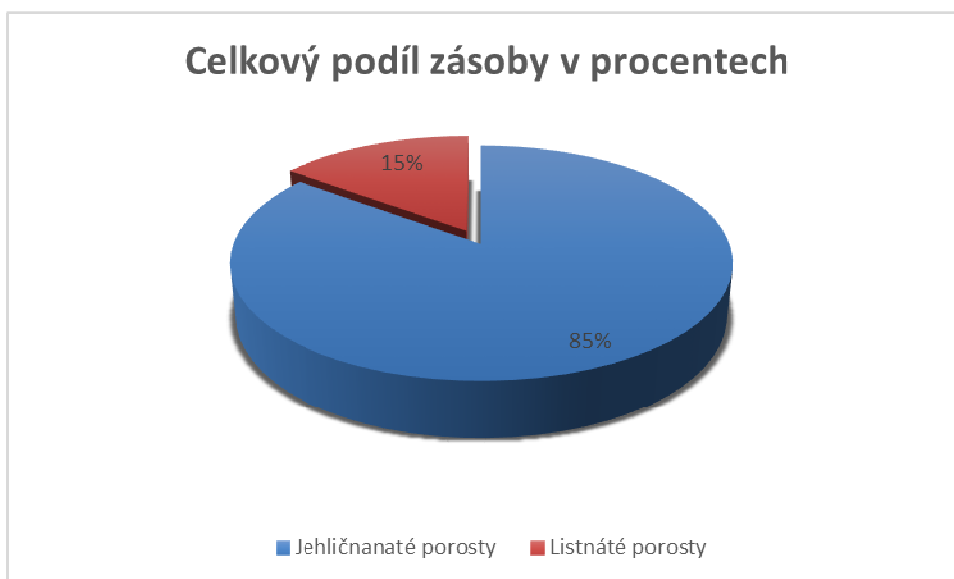
Tab. 9: Zastoupení, plocha a zásoba hlavních jehličnatých dřevin na LHC

Dřevina	Zásoba		Plocha celkem	
	m ³ b. k.	%	ha	%
Smrk ztepilý	1459697	65,29	4968,21	56,64
Smrky ostatní	84	0	0,67	0
Jedle bělokorá	8255	0,37	124,75	1,42
Jedle obrovská	2200	0,1	17,91	0,2
Douglaska tisolistá	38256	1,71	181,47	2,07
Borovice lesní	354106	15,84	1216,86	13,87
Borovice černá	211	0,01	0,62	0,01
Vejmoutovka	1396	0,06	3,97	0,05
Modřín evropský	40076	1,79	134,76	1,54

Tab. 10: Plochy dřevin v jednotlivých věkových stupních

Věkový stupeň	Dřevina								
	Smrk ztepilý	Smrky ostatní	Jedle bělokorá	Jedle obrovská	Douglaskatolistá	Borovice lesní	Borovice černá	Vejmuto vka	Modřín evropský
1	386,98		78,41	6,09	48,39	46,94			4,64
2	517,42	0,18	21,20	3,90	37,79	58,56	0,01		18,18
3	538,51	0,39	2,17	2,43	8,32	56,28		0,43	16,18
4	457,15	0,02	4,90	3,71	9,58	51,01			4,04
5	506,61	0,08	4,99	1,75	39,42	69,71		0,19	15,20
6	366,33		0,23	0,02	17,48	164,56		0,52	12,99
7	391,59		0,86	0,01	7,11	105,46		0,64	10,80
8	243,23		0,02		0,82	53,17		0,40	4,54
9	477,89		3,55		3,26	211,17		1,65	12,72
10	238,85		0,99		0,78	70,52	0,21	0,06	3,64
11	379,72		2,30		1,42	107,33		0,08	9,54
12	239,99		0,83		0,10	52,46	0,22		5,73
13	111,79		0,94		4,14	42,75	0,03		6,37
14	49,88		0,77		2,56	32,45	0,12		6,60
15	24,69		1,20		0,25	40,69			0,95
16	23,68		0,56		0,05	32,48			1,49
17	13,90		0,83			21,32	0,03		1,15

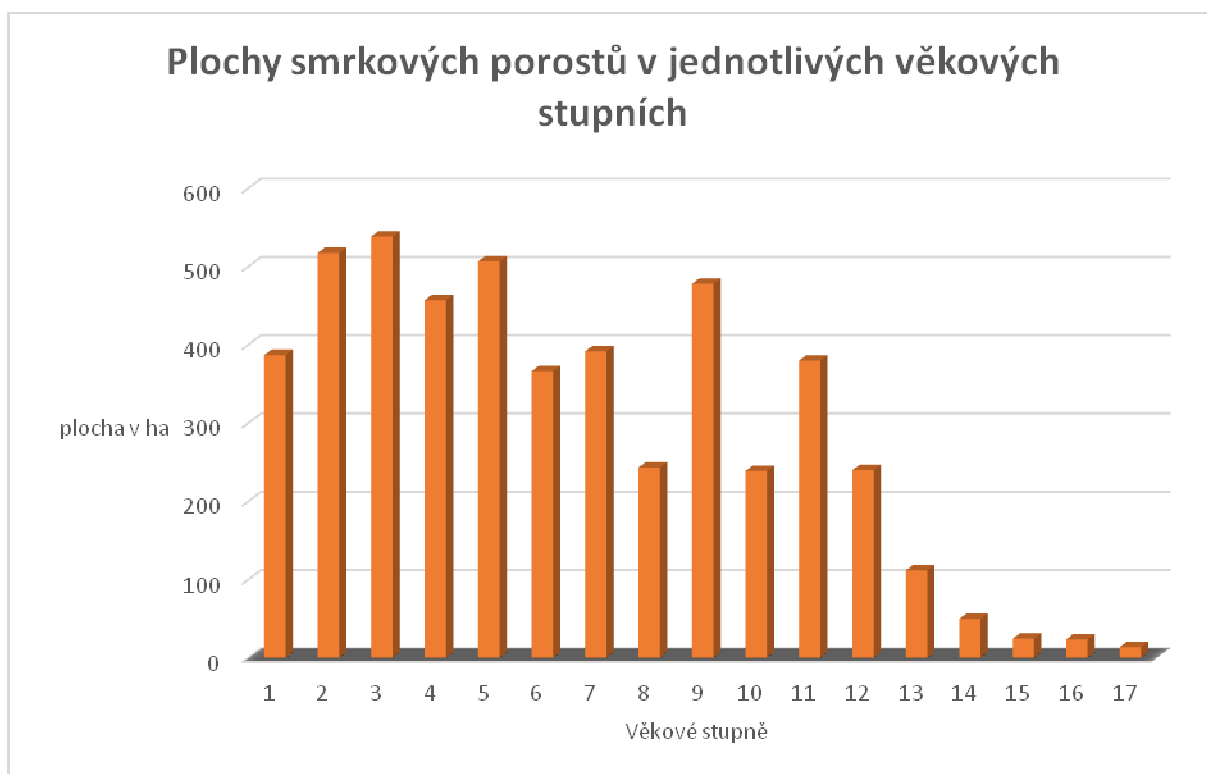
Běžně uznávaná hranice pro použití harvestorových technologií je min. 60 % zastoupení jehličnatých dřevin a listnaté by měly být pouze přimíšeny vtroušeně. Z tabulky 8 vidíme, že na celém LHC jsou nejvýznamnějšími jehličnatými dřevinami SM, JD, DG, BO a MD. Z tab. 9 je zřejmé, že právě těchto 5 dřevin zaujímá 85 % celkové zásoby všech jehličnatých porostů.



Obr. 13: Procentické vyjádření podílu celkové zásoby jehličnatých a listnatých porostů.



Obr. 14: Procentické vyjádření podílu celkové plochy jehličnatých a listnatých porostů.



Obr. 15: Zastoupení smrku v jednotlivých věkových stupních v ha.



Obr. 16: Plochy všech jehličnatých porostů v jednotlivých věkových stupních.

Z obr. 16 můžeme usoudit, že největší podíl těžeb bude od 3. po 11. věkový stupeň v tomto rozsahu by tedy bylo největší uplatnění harvestorových technologií.

5.3.4. Sklon terénu

Sklon terénu v této nebudu uvažovat, protože lanovkové terény, které jsou na majetku v listnatých porostech. Tudiž sklon do 40° splňují veškeré převážně jehličnaté porosty. Navíc terénní klasifikace je volitelným doplňkem LHP. A jako takový nebyl dosud obsažen v žádném LHP pro tento majetek.

5.3.5. Úřez harvestorové hlavice

Proto, aby se zvolila správná velikost kácecí hlavice je nutné přepočítat výčetní tloušťku $d_{1/3}$, která je obsažena v hospodářské knize na předpokládanou tloušťku stromu na pařezu.

Tab. 11: Koeficienty pro výpočet d_0 z $d_{1/3}$, (Simanov, 2001)

	Změřená tloušťka v $d_{1/3}$ v cm			
	18-26	30-38	42-50	54-70
Dřevina	Koeficienty pro výpočet pravděpodobné tloušťky stromu na pařezu			
SM	1,3-1,6	1,2-1,6	1,2-1,5	1,1-1,4
BO	1,2-1,4	1,2-1,4	1,1-1,3	1,1-1,2

Pro smrk bude pro přepočet výčetní tloušťky na tloušťku na pařezu vybrán koeficient 1,4. Pro borovice bude tento koeficient 1,3. Díky těmto koeficientům budou přepočteny stávající $d_{1/3}$ na d_0 . Po přepočtu těchto tlouštěk pak dostaneme nejvhodnější velikost hlavice pro použití v těžbách na daném LHC.

Průměrná AVB pro smrk na majetku se odhaduje na 28 u borovice je tato bonita na čísle 26 m. Bohužel mýtních těžeb pro harvestory není na tomto LHC mnoho, proto střední tloušťka a střední výška porostů nižší. Největší podíl zastoupení smrkových kultur vhodných pro těžbu harvestorem je mezi 3. a 11. věkovým stupněm, to znamená v porostech 30-110 let starých

Tab. 12: Průměrné tloušťky a hmotnosti vybraných dřevin ve 3. věkovém stupni

Dřevina	$d_{1/3}$	Hmotnatost
SM	23	0,43
BO	29	0,62

Tab. 13: Průměrné tloušťky a hmotnosti vybraných dřevin v 11. věkovém stupni

Dřevina	$d_{1/3}$	Hmotnatost
SM	35	1,17
BO	39	1,36

Tab. 14: Přepočtené tloušťky d_0 hlavních jehličnatých dřevin ve 3. věkovém stupni

Dřevina	d_0
SM	32
BO	38

Tab. 15: Přepočtené tloušťky d_0 hlavních jehličnatých dřevin v 11. věkovém stupni

Dřevina	d_0
SM	49
BO	50,7

Z tabulek vyčteme maximální a minimální možné tloušťky a hmotnosti nejvíce zastoupených druhů jehličnatých stromů. Jelikož je rozložení věkových stupňů v tomto věkovém intervalu celkem rovnoměrné, můžeme najít střední objem a tloušťku stromů, které se budou nejčastěji těžít viz. tab. 16 a 17.

Tab. 16: Průměrná tloušťka těžných stromů na pařezu

Dřevina	d_0
SM	41
BO	44

Tab. 17: Průměrná hmotnost těžných stromů.

Dřevina	Hmotnost
SM	0,80
BO	0,99

5.4. Terénní šetření

Pro terénní šetření byly vybrány porosty na lesním úseku 24. Tento úsek se nazývá Obora a terénní šetření probíhalo na jeho severní části.

Sestávalo se z vyhledání podobných porostů přibližně stejného stáří, ve kterých byly prováděny probírkové zásahy pomocí HT nebo za pomoci těžaře s RMŘP. U obou možností byly provedeny kalkulace nákladu pro těžbu a přiblížení pomocí forwarderu. Pro těžbu byla rovněž provedena kalkulace potřebného času k provedení zásahu.

Tab. 18: Porost 262 A 6

Porost	262A6
Plocha	2,2 ha
Dřeviny	SM 90, BO 10
Průměrná hmotnatost	0,64 m ³
Proveden zásah	ANO
Plocha provedeného zásahu	0,73 ha
Způsob provedení	HT
Vytěžená hmota	70 m ³
Model těžby	46 m ³
Cena provedení HT	19 950 Kč
Cena provedení motomanuelně	17 150 Kč
Doba provedení motomanuelně	70 hod
Doba provedení HT	29 hod



Obr. 17: Porost 262A6 po provedení zásahu.

Tab. 19: Porost 263 A 5

Porost	263A5
Plocha	10,03 ha
Dřeviny	SM 80, DG 8, JD 4, BO 3
Průměrná hmotnatost	0,49 m ³
Proveden zásah	ANO
Plocha provedeného zásahu	3,34 ha
Způsob provedení	HT
Vytěžená hmota	309 m ³
Model těžby	492 m ³
Cena provedení HT	100 425 Kč
Cena provedení motomanuelně	91 155 Kč
Doba provedení motomanuelně	386 hod
Doba provedení HT	108 hod



Obr. 18: Porost 263A5 po provedení zásahu.

Tab. 20: Porost 267 C 5

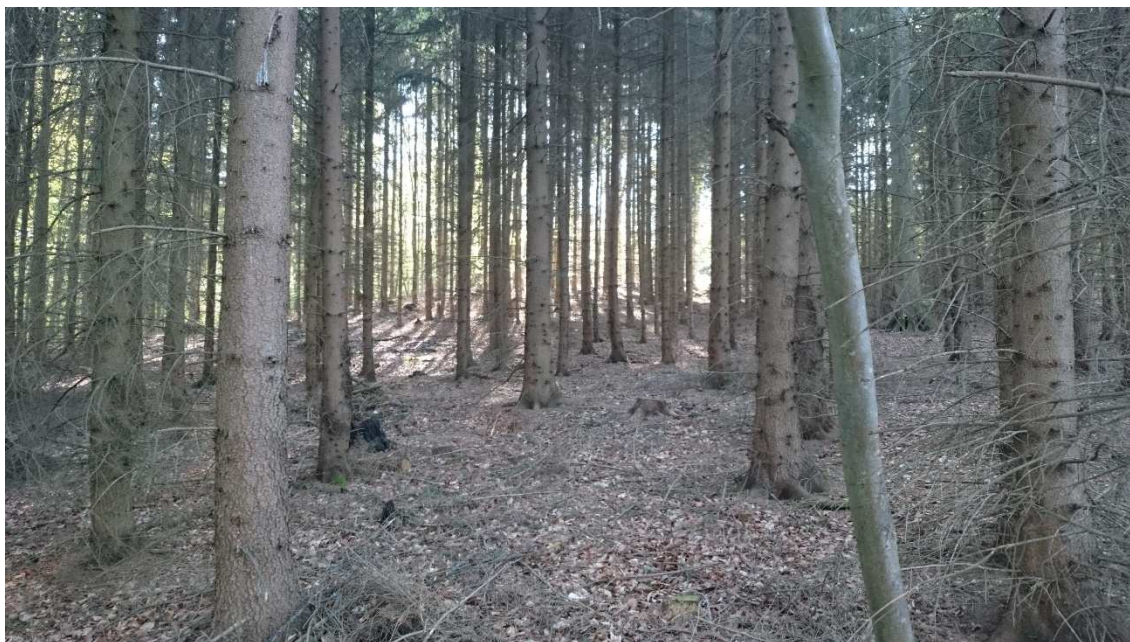
Porost	267C5
Plocha	2,52 ha
Dřeviny	BK 50, SM 20, DG 20, LP 10
Průměrná hmotnatost	0,25 m ³
Proveden zásah	ANO
Plocha provedeného zásahu	0,63 ha
Způsob provedení	motomanuelně
Vytěžená hmota	15,6 m ³
Model těžby	49 m ³
Cena provedení motomanuelně	4 758 Kč
Cena provedení HT	5 226 Kč
Doba provedení motomanuelně	21 hod
Doba provedení HT	5 hod



Obr. 19: Porost 267C5 po provedení zásahu.

Tab. 21: Porost 268 B 4

Porost	268B4
Plocha	0,93 ha
Dřeviny	SM 70, BK 30
Průměrná hmotnatost	0,13 m ³
Proveden zásah	ANO
Plocha provedeného zásahu	0,62 ha
Způsob provedení	motomanuelně
Vytěžená hmota	11 m ³
Model těžby	21 m ³
Cena provedení motomanuelně	4 620 Kč
Cena provedení HT	5 170 Kč
Doba provedení motomanuelně	23 hod
Doba provedení HT	5 hod



Obr. 20: Porost 268B4 po provedení zásahu.

Z tabulek 18 až 21 je vidět, že cenově je nejvýhodnější kácení RMŘP v kombinaci s forwarderem oproti harvestorové technologii. Jediná výhoda HT je v čase stráveném na místě. Pomocí norem vypracovaných pro malé harvestory jsem propočítal, jakou dobu by trvalo provést zásah HT. Úspora času je u harvestorové technologie obrovská. Pokud srovnáme časy potřebné pro HT a pro klasickou technologii vyjde, že zásah provedený HTLT je více než 3x rychlejší.

5.5. Návrh harvestorových uzlů

Podle určeného středního objemu stromů v porostech, ve kterých by se harvestor pohyboval a podle ekonomických faktorů, které by byly pro firmu velmi podstatné, jsem navrhl pár vhodných strojů pro použití. Jedná se především o stroje firmy ENTRACON, která patří mezi jedny z nejlepších výrobců malých harvestorů, forwarderů a harwarderů na českém trhu. Pro srovnání bude v posouzení použit i dražší a větší stroj od firmy PONSSE. Při posuzování nebude brán zřetel na kategorii forwarderů, protože tyto stroje již pracují na LHC. Proto bude vybírán pouze vhodný harvestor, popřípadě harwarder. Posouzení velikosti ploch využití jednotlivých vybraných harvestorů je v tab. 22.

Tab. 22: Optimální objem těžného kmene a výměra porostů pro potencionální nasazení jednotlivých harvestorů.

Harvestor	Ideální těžná hmota (m ³)	Potencionální použití v porostech (ha)
Entracon EH30	0,62	1679
Entracon EC60	0,76	2707
PONSSE BEAVER	0,85	3386

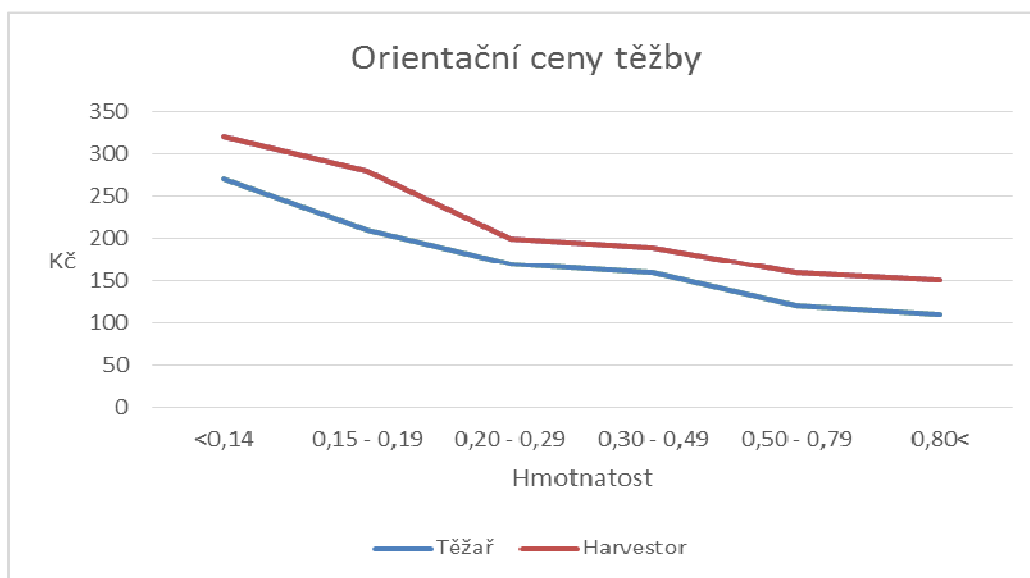
Z tabulky č. 22 jednoznačně vyplývá, že pro použití v porostech by byl nejvhodnější harvester od firmy PONSSE, jelikož jeho kácecí hlavice má největší úřez. Problémem tohoto harvestoru ale je, že se nedá použít v mladších porostech, kde by byla tedy nutnost použití klasické metody. Alternativou k použití se zdá Entracon EC60, který by byl ekonomicky zřejmě nejlepší variantou, jelikož se dá použít jako harvester, tak i jako forwarder. Nejmenší harvester Entracon EH30 propadl díky malému úřezu hlavice. Jeho použití je vhodné pouze ve velmi mladých porostech, kterých by po krátkém používání na lesním majetku firmy již mnoho nebylo, a tak by se musely shánět zakázky, při kterých by tento harvester pracoval službově pro jiné firmy.



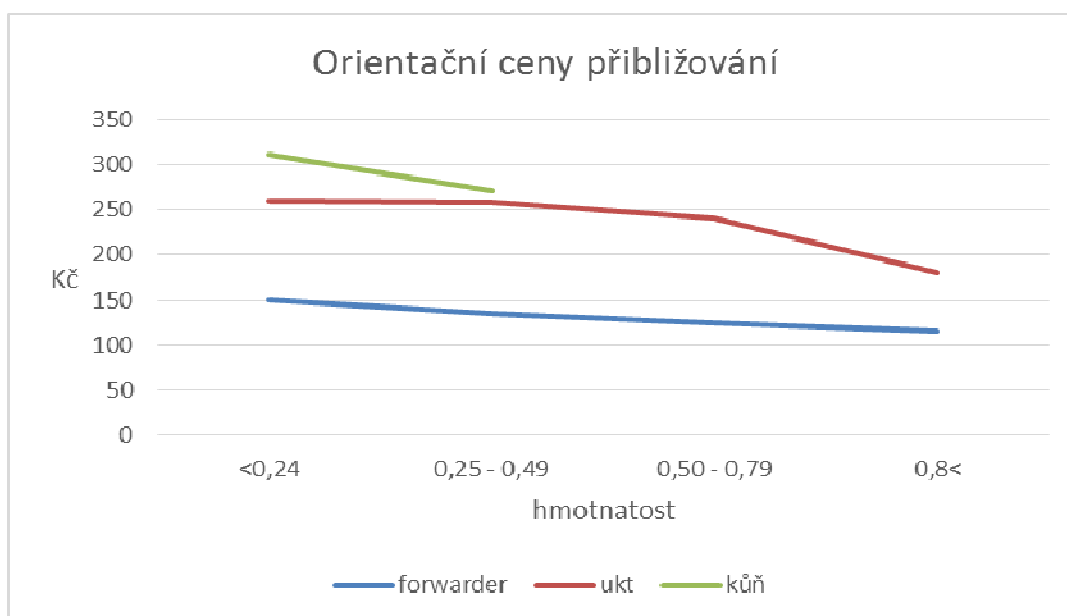
Obr. 17: Harvester PONSSE Beaver při práci (www.krenekfs.cz, 10.4 2016)

5.6. Ekonomické porovnání HT s klasickou technologií

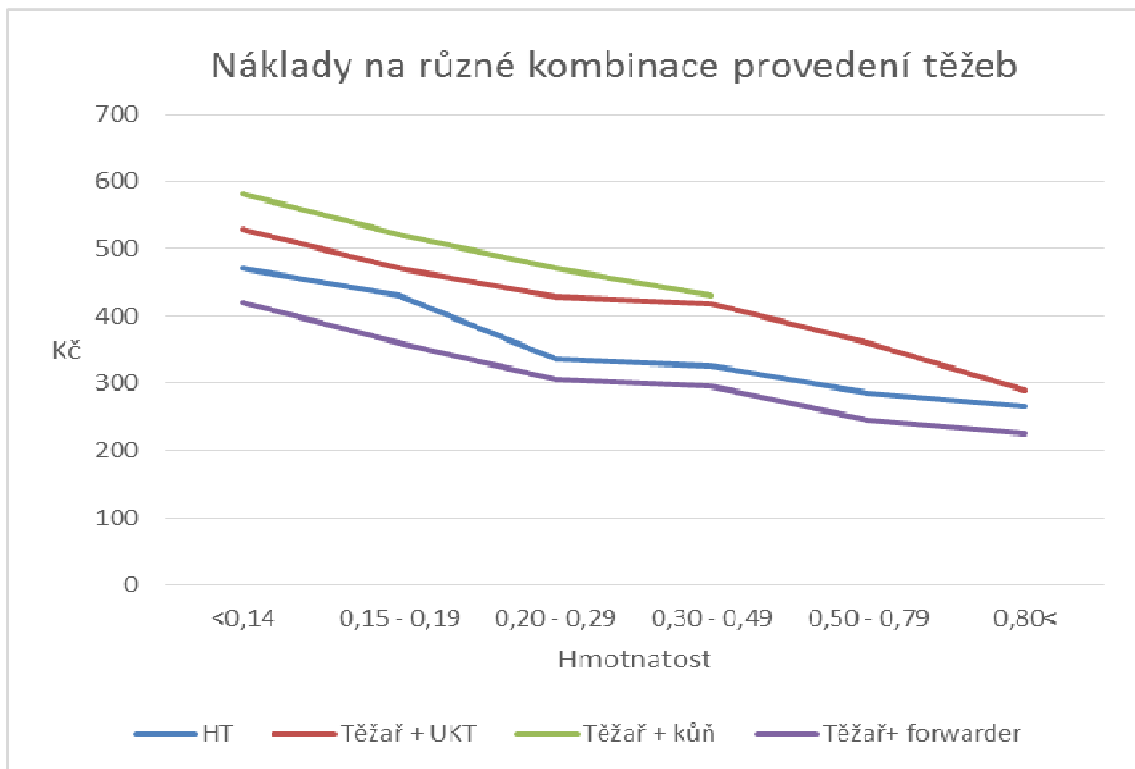
Z poskytnutých ceníků byly sestaveny grafy pro porovnání cen práce jednotlivých technologií v různých hmotnostech. Na závěr je porovnání různých kombinací těžby a přibližování dřevní hmoty. Kalkulované ceny jsou zaměřeny na práci v probírkových porostech.



Obr. 18: Vývoj a porovnání cen těžebních zásahů těžaře a harvestoru v závislosti na průměrné hmotnatosti.



Obr. 19: Ceny různých druhů přibližování v závislosti na hmotnatosti přibližovaných sortimentů.



Obr. 20: Porovnání výše celkových nákladů na těžbu a přibližování při různých kombinacích technologických postupů.

Při porovnání ceníkových cen na 1 m³ vytěženého dříví podle obr. 18 zjistíme, že cena těžby je levnější klasickou RMŘP, a že harvester je sám o sobě dražším prostředkem pro těžební práce. Podle obr. 19 vidíme, proč je v praxi HT levnější. Je to z důvodu použití forwarderu jako prostředku pro vyvážení vytěžené dřevní hmoty. Cena použití forwarderu oproti UKT je místy až 100 Kč levnější. Na obr. 20 je vyobrazeno několik kombinací těžebních uzlů. Z tohoto celkového srovnání se v ekonomické rovině zdá nejlevnější těžbař s forwarderem.

6. Diskuse

Pokud se podíváme na všechny aspekty, které podmiňují použití HT na LHC Orlík nad Vltavou s.r.o., dají se téměř všechny jehličnaté porosty vnímat jako vhodné pro použití těchto technologií. Terénní podmínky jako je sklon, až na pár výjimek nepřekračuje únosný sklon 40 %. Z celkového zastoupení hospodářských souborů je jen zanedbatelné procento na stanovištích ovlivněných vodou. Stanoviště ovlivněná vodou zaujímá především ochranný les s názvem Bachmač. Jde o malé rašeliniště se zastoupením borovice blatky. Většina lesní plochy se totiž rozprostírá na únosných kambizemích.

Z celkové porostní plochy 8833,21 ha je pro harvesterovou těžbu vhodných 6355,97 ha, tudíž přibližně 72 % plochy. To je nadprůměrný výsledek oproti teoretické možnosti využití HT na území české republiky, která podle Bartoše (2009) činí 35 – 40 % celkové výše těžeb. Podle Vašíčka (2013) se v české republice dá uplatnit HTLT až na 60 % těžeb. Tato hodnota je již daleko blíže procentu zjištěných vhodných porostů na tomto LHC. Tyto plochy ale nezaujímají stejnověké porosty. Tudíž plocha jehličnatých porostů, které se nacházejí v rozmezí úřezu harvesterové hlavice. Tyto průměry jehličnatých dřevin byly brány ze vzorku porostů v HK. Podle přepočtu $d_{1/3}$ na d_0 jsem dospěl k závěru, že porosty se nacházejí mezi 3. a 11. věkovým stupněm. Tyto jehličnaté porosty zaujímají plochu 5164,88 ha. Tedy více jak polovinu plochy LHC, na které by se dala těžba HT realizovat. Zastoupení edafických kategorie by dovolilo dokonce ještě větší podíl nasazení HT. Bohužel se ale LHC nachází mezi 2. a 4. LVS. A tak na některých plochách je zastoupen buk, který se zde i velice dobře zmlazuje. Navíc je ve snaze vedení firmy Orlík nad Vltavou s.r.o. zvyšovat podíl jak jehličnatých dřevin jako je JD, tak i dřevin listnatých z důvodu zabezpečení budoucí stability porostů

Z terénních šetření vyplývá, že nasazení HT z důvodu úspory financí je neopodstatněné. Těžba v porostech stejné hmotnosti je v porovnání s klasickou těžbou pomocí RMŘP dražší. Nižší cena použití HT je proto, že při použití HT se používá k odvozu dřevní hmoty z porostů forwarder. Tato finanční výhoda padá, pokud má podnik již ve svém vlastnictví forwarder. Zde je pouze problém v nedostatku dřevní hmoty, kterou je těžba schopna vytěžit. Forwarder má velkou výkonnost co se týče vyvezeného dříví. Bartoš (2009) uvádí, že se u různých firem může lišit celková ekonomická výhoda nasazení HT až o 30 %. A to jak ve významu levnějších, tak

v závislosti na podmínkách i dražších cen za provedený těžební zásah. Z výsledků je patrné, že na výhodě HTLT se velkou mírou podílí cena na vyvážení dříví pomocí již zmiňovaného forwarderu. Bez tohoto stroje by byly náklady na použití HTLT nesrovnatelně vyšší.

Těžba v mýtních porostech pomocí HT na lesním majetku firmy byla v minulosti již párkrát provedena. Nicméně pro stálou těžbu touto technologií nejsou dostatečné zásoby dřeva v lese. Navíc lesnická politika firmy se snaží o snížení holých sečí a využití přirozeného zmlazení. Plochy, které se těží, jsou malé a jedná se spíše o náseky, ve kterých není uplatnění pro těžební stroj velkých rozměrů.

Největší potenciál pro nasazení HT zůstal tedy v těžbách předmýtních. Zde je dostatek zastoupení jehličnatých porostů, ve kterých by HT našla své využití. Zde je důležité rozčlenění porostu linkami, které budou mezi sebou vzdáleny 15 -25 metrů. Tyto linky by měly být budovány s ohledem na převládající směr bořivých větrů. Tyto linky je dobré plánovat a zřizovat již v mladém věku porostu. Je to z důvodu, aby se krajní stromy stabilizovaly a zpevnili tak porostní stěnu. Při samotném zásahu je pak důležité pro zmírnění tlaku na půdu pokládat těžební odpad do cesty tak, aby se snížil tlak vyvíjený strojem na půdu.

6.1. Doporučení pro provoz

V současné době se na LHC Orlík nad Vltavou s.r.o. používá převážně klasická technologie. I když již pár let se zde objevuje nový trend, kdy při nedostatku pracovníků v jarních měsících musejí zalesňovat i těžaři. Zde pak nastává manko v těžbách, které se musí co nejrychleji během roku dotěžit. Takové plochy porostů převážně probírkových by trvalo klasickou technologií velice dlouhou dobu zpracovat. Proto se jednou za rok naplánují na jednotlivých lesnických úsecích těžby v porostech přibližně stejné hmotnosti. Na těžbu těchto porostů se shání firma, které vlastní menší harvesterový uzal. Ti se pak pohybují několik měsíců po celém lesním majetku firmy a těží ve vyznačených probírkových porostech.

Podle zjištěných výsledků by se harvester na lesních majetcích firmy dal použít. Zastoupení jehličnanů v celkové zásobě 85,17 % je toho důkazem. Je zde i široký

rozsah věkových stupňů pro použití této technologie, konkrétně by se efektivně dala nasadit od 3. po 11. věkový stupeň. Ve zbylých porostech by již hmota byla na tolik silná, že by harvestorová hlavice musela mít daleko větší úřez. Navíc by dřevní hmota nestačila pokrýt výkon harvestoru a harvestor by tak byl nevyužit.

Osobně bych nákup harvestorové technologie lesní těžby pro firmu nedoporučil. Z ekonomického hlediska se mi zdá lepší nechat práci provádět službově od dodavatelských firem, kterých se na dnešním trhu vyskytuje, dalo by se říci až nadbytek. Nákup harvestoru by znamenal navýšení stavu zaměstnanců. To by bylo zapříčiněno nejen potřebou obsadit pozici operátora harvestoru, ale i administrativního pracovníka, který by v případě nedostatku těžeb na vlastním majetku sháněl práci u majetků sousedních. A to by při velkém konkurenčním tlaku ze strany tohoto odvětví trhu nebylo snadné. Již v této chvíli mnoho firem a operátorů kvůli bezcitnosti a honbou za co nejnižší možnou cenou, kterou by byli schopni za práci nabídnout ničí les neopatrným zacházením se stroji a mnohdy i těžení většího množství dřevní hmoty než bylo nasmlouváno a vyznačeno lesnickým personálem.

7. Závěr

Cílem této práce bylo posouzení vhodnosti použití harvesterové technologie lesní těžby na lesním majetku Orlík nad Vltavou, s.r.o.. Z dostupných informací o lesním majetku a z šetření vyplývá, že harvesterové technologie lesní těžby najdou uplatnění na 72 % lesního majetku firmy. A do budoucna se bude plocha a zásoba jehličnatých porostů do 30 let zvyšovat. Po této době se kvůli zvyšujícímu trendu zalesňování listnatými dřevinami sníží plocha zastoupení jehličnatých dřevin.

Harvesterové technologie lesní těžby najdou uplatnění především pro rychlé zpracovávání kalamit a pro velké probírkové zásahy v jehličnatých porosech o velké výměře, které vznikly kvůli kalamitám.

Ekonomicky jsou HTLT druhé nejlevnější řešení možnosti těžby v lesních porostech po těžaři s forwarderem. Pokud tedy nepočítáme náklady na pořízení a opravy stroje. Po těchto výsledcích nakonec dojdeme k závěru, že i pro takto velký podnik jako je Orlík nad Vltavou, s.r.o. je nejvýhodnější a nejlepší HTLT využívat ale pouze jako službu a ne ve vlastní režii.

8. Summary

Objectives of these project was Adjudication harvesting technology for using on forestry estate of Orlik nad Vltavou, s.r.o.. From research informations of forestry estate and from survey it emerges that, the harvesting technologies of forestry logging can be utilized at 72 % of forestry estate of company. In the future there will be plane and mass of conifers, underbrushers getting bigger till next 30 years. Because of trend of reafforestation with foliate woody species makes area with conifers smaller after this period.

Harvester technologies of forestry logging can find assertion especially for quick processing of calamity and for large thinning interfaces in conifers underbrusches with large plane which was made because of calamity.

Economically, harvesting technology of forestry logging is the second cheapest possibility of logging after lumberjack and forwarder. But only if we do not calculate with costs of repairs and price for buying. After this calculation we will get a result the buying of harvesting technology is not economically even for so big company as Orlik nad Vltavou, s.r.o.. The optimal situation is to use the harvesting technologies from other companies as service.

9. Seznam literatury

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

BARTOŠ, L., 2009. Harvesterové technologie v těžbě dříví. Učební text SLŠ Hranice. Hranice. 56s.

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.

BARTOŠ, Luboš: Kolik místa zbývá v našich lesích pro harvestory?. *Biom.cz* [online]. 2009-09-30 [cit. 2016-05-14]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kolik-mista-zbyva-v-nasich-lesich-pro-harvestory>>. ISSN: 1801-2655.

DVOŘÁK, J. Harvesterové technologie a podmínky pro jejich nasazení v lesním hospodářství v rámci programu SAPARD. Svoboda n. Úpou, 2004

KAJZAR, O., 2008. Práce operátora těžebně dopravních strojů. Lesnická práce 87 (3). 166-167 s.

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.

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

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

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

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

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

