

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra lesnických technologií a staveb



Diplomová práce

**Těžba dříví pomocí harvestorové technologie
v porostech borovice lesní (*Pinus sylvestris*,
L.) v různém stupni zakmenění.**

Vedoucí diplomové práce

Ing. Václav Štícha, Ph.D.

Diplomant

Bc. Peter Stopka

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Peter Stopka

Lesní inženýrství

Název práce

Těžba dříví pomocí harvesterové technologie v porostech borovice lesní (*Pinus sylvestris*, L.) v různém stupni zakmenění

Název anglicky

Timber logging using harvester technology through the pine forest stand (*Pinus sylvestris*, L.) in various stand density

Cíle práce

Zhodnocení specifík harvesterové technologie v porostech borovice lesní v různém stupni zakmenění.

Metodika

Vytvoření literární rešerše. Provedení terénních prací – sběr dat (časové snímky těžebních operací, zhodnocení charakteru porostu), zpracování a vyhodnocení dat.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma Těžba dříví pomocí harvesterové technologie v porostech borovice lesní (*Pinus sylvestris*, L.) v různém stupni zakmenění vypracoval samostatně pod vedením Ing. Václava Štíchu Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím a cituji v přehledu použité literatury.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ploužnici dne 3. dubna 2017

.....

Podpis

Poděkování:

Děkuji Ing. Václavovi Štíchovi za odborné konzultace a vedení při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě RM Forest s. r. o – dodavateli prací pro VLS ČR s. p., správci LS Břehyně Ing. Petrovi Valapkovi za trpělivost v práci při provádění terénních prací. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat mé manželce a rodičům, který byli mou oporou po celou dobu studia na ČZU v Praze.

Abstrakt

Diplomová práce je součástí projektu MZe pod názvem: *Zvyšování adaptability borového hospodářství v podmínkách České republiky 2002 – 2018.*

Harvestorové technologie těžby dříví jsou v současnosti spolu s přibližováním dříví pomocí vývozních kolových souprav vrchol moderních technologií využívaných v lesním hospodářství.

Práce je zaměřená na zhodnocení časové náročnosti těžby dříví při použití harvestorové technologie v clonné obnově borovice lesní, její srovnání s výkonovými normami pro harvestory a vyvážecí traktory podle výkonových tříd strojů a výrobních podmínek.

Klíčová slova: harvestorové technologie, těžba dříví, borovice lesní

Abstract :

Disertation is component of project Ministry of agriculture and called: Increase adaptability pine management in condition of Czech Republic 2002 – 2018.

Harvesting technology in timber are currently approaching along with skidding of forwarders are top of modern technologies used in forestry.

The work is focused on the assessment of the time needed in timber harvesting technology in use regeneration under shelterwood of Scotch pine (*Pinus sylvestris*), its comparison with performance standards for harvesters and forwarders by power classes of machines and production conditions.

Key words: harvester technology, logging, forest pine.

Seznam použitých zkratk:

SLKT – <i>Speciální kolový traktor</i>	DG - <i>douglaska</i>
UKT – <i>Univerzální kolový traktor</i>	JD - <i>jedle</i>
KNm – <i>kilo newton meter</i>	cm - <i>centimetr</i>
t – <i>tona</i>	m - <i>metr</i>
N – <i>nosnost</i>	mm - <i>milimetr</i>
Db – <i>decibel</i>	h_o – <i>horní výška</i>
SM - <i>smrk</i>	MZD – <i>meliorační a zpevňující dřevina</i>
BO - <i>borovice</i>	m³ – <i>krychlový metr</i>
BK - <i>buk</i>	4wd – <i>pohon 4x 4</i>
DB - <i>dub</i>	
ha - <i>hektar</i>	
LHC – <i>Lesní hospodářský celek</i>	
LS – <i>Lesní správa</i>	
VLS ČR s. p. – <i>Vojenské lesy a statky České republiky, státní podnik</i>	
VVP – <i>Vojenský výcvikový prostor</i>	
LHP – <i>lesní hospodářský plán</i>	
FLD ČZU – <i>Fakulta lesnická a dřevařská České zemědělské univerzity</i>	
SW - <i>software</i>	
Ks - <i>kus</i>	
Nh - <i>normohodina</i>	
Kw - <i>kilowat</i>	

Obsah

1. Úvod	10
1.1. Faktory ovlivňující nasazení harvestorů	12
2. Cíl práce	14
3. Rozbor problematiky	15
3.1. Charakteristika a popis harvestorů	15
3.2. Základní konstrukce harvestoru	18
3.2.1. Podvozek	18
3.2.2. Hydromanipulátor	19
3.2.2.1. Těžební hlavice	20
3.2.2.1.1. Podávací válce	21
3.2.2.1.2. Měřicí systém	21
3.2.2.1.3. Kácecí a krátící zařízení	22
3.2.2.1.4. Rám a rotátor	23
3.2.3. Řídící kabina	23
3.2.4. Pohonný agregát	25
3.3. Speciální harvestory	26
3.3.1. Kráčivé harvestory	27
3.3.2. Kombinované	28
3.3.3. Pásové harvestory	29
3.3.4. Kombinace Harvester – Forvarder	30
4.4. Technologická příprava pracoviště	31
3.4.1. Výhody harvestorů	36
3.4.2. Nevýhody harvestorů	36
3.5. Výchova a obnova Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i> , L.)	37
3.5.1. Teoretický rozbor	37
3.5.2. Základní požadavky výchovy porostů	38
3.5.3. Výchova tyčkovin a tyčovin	40
3.5.4. Probírkové metody	41
3.5.4.1. Vliv výchovných sečí na růstové vlastnosti stromu	42

3.5.4.1.1. Výškový přírůst	43
3.5.4.1.2. Tloušťkový přírůst	43
3.5.5. Obnova lesa	44
3.6. <i>Výchova borových porostů</i>	46
3.6.1. Kategorizace borových mlazin.	47
3.6.2. Peče o nárosty a kultury - Prostřihávky	47
3.7. <i>Modely výchovy borovice lesní</i>	48
3.7.1. Kvalitní borové porosty	49
3.7.2. Méně kvalitní borové porosty	50
3.7.3. Borové porosty se zanedbanou výchovou	51
3.8. <i>Charakteristika HS 13 – Hospodářství přirozených borových stanovišť</i>	52
4. Metodika	54
4. 1. <i>Metodika výběru prostředí</i>	54
4. 2. <i>Metodika sběru dat – první etapa.</i>	55
4. 3. Metodika sběru dat – druhá etapa.	63
4. 4. <i>Metodika vyhodnocování snímků pracovních operací harvestoru.</i>	67
5. Výsledky	68
5.1. <i>Vyhodnocení operátora č. 1.</i>	68
5. 2. <i>Vyhodnocení operátora č. 2.</i>	75
6. Diskuze a závěr.	84
7. Seznám použité literatury.	86
<i>Seznam tabulek:</i>	89
<i>Seznam grafů:</i>	90
Přílohy	91
<i>Příloha č. 1: Technický popis Rottne H14</i>	91
<i>Příloha č. 2: Snímek pracovních operací, holoseč – operátor č. 1.</i>	92
<i>Příloha č. 3: Výstup z měřícího zařízení – operátor č. 1.</i>	93

Příloha č. 4: Snímek pracovních operací, zakmenění 0,3 – operátor č. 1. --- 94

Příloha č. 5: Výstup z měřicího zařízení – operátor č. 2.----- 95

Příloha č. 6: Snímek pracovních operací, holoseč – operátor č. 2.----- 96

1. Úvod

„Stroj světové úrovně může koupit kdokoliv, kdo na to má finanční prostředky, ale „ život stroji vdechne“ jen plně kvalifikovaný a motivovaný člověk. Zatím co s motorovou pilou se člověk naučil pracovat relativně dobře během několika měsíců, tak dobrý operátor harvestoru roste roky. Ač je to stroj ekologicky naprosto bezkonkurenční, může napáchat velké škody, když s ním zachází nekvalifikovaný člověk (ULRICH, 2004).“

Použití prvních harvestorových strojů je zaznamenáno ve Švédsku a Finsku. Vývoj harvestorových strojů firem ÖSA, Makeri, Kockum, Lokomo měl zásadní vliv na technický pokrok a rozvoj harvestorů. V roce 1973 zkonstruovala také kanadská firma Timberjack těžební víceoperační stroj. V počátečním období používali první harvestory k těžbě nože, které se neosvědčili (CARSON, JORGENSSEN, 1974).

Technický vývoj harvestorů pokračoval použitím jeřábového ramene a těžební hlavice. Těžební hlavice byla vybavená motorovou pilou, čím nastal zvrat v rozšíření a použití harvestorů. Další posun následoval mezi lety 1980 a 1990, kdy došlo na zlepšení podvozků, kabin a jiných částí. Významným vylepšením těžebních hlavic se stali odvětvovací nože (LAURIER et al., 2003). Zájem o harvestorové stroje a jejich nasazení do provozu je datován po roku 1990(ULRICH, 2002). Masové rozšíření harvestorů nastalo v období let 1990 až 1998. Příliv harvestorů do Evropy byl z počátku doprovázen poněkud skeptickými názory zainteresovaných lidí. S odstupem času se harvestory ukázali jako (ULRICH 2002):

- nízkonákladové stroje
- šetrné k půdě a k ostatním stojícím stromům
- poměrně bezpečné
- ergonomicky výhodné při dodržování pracovní doby

Harvestory, kterých vývoj v současnosti nemůžeme považovat za ukončený, sloučili běžné operace ruční těžby, do jednoho vysoko produkčního, ekonomicky účinného a v neposlední řadě, bezpečného výrobního procesu.

Harvestorové technologie v těžbě dřeva vykazují mnohonásobně vyšší produktivitu práce, jsou efektivnější, rychlejší a poskytují nejen bezpečnost, ale i pracovní komfort pracovníků (DVOŘÁK, 2011). Rostoucí cena práce spolu s nepříznivou cenou dřeva mají za následek přehodnocení dosavadního způsobu hospodaření v lesích. Velký vliv na hospodaření v lesích má především ekonomika. Peníze hýbou světem, co do značné míry ovlivňuje rozhodování v lesním hospodářství a jsou důvodem minimalizace nákladů na těžební a pěstební činnosti. Lesy jako přírodní zdroj mají zásadní význam, stejně i ekonomický faktor lesů. V současné době, vzhledem k neustálému rozvoji a zlepšování technologií, můžeme vybírat a srovnávat pro nás nejvýhodnější řešení. To platí v případech, kdy si můžeme vybrat po zhodnocení všech hledisek, nejvhodnější technologii bez omezení (VISSER, 2010).

O správnosti využívání harvestorových technologií hovoří fakt, že harvestorová technologie podporuje trvale udržitelné hospodaření v lesích a neustále se zvyšující počet harvestorů v ČR.

V ČR, ale i ve světě je potřeba přizpůsobit se novým technologiím, mezi které harvestorová technologie bezesporu patří. Nové technologie vyžadují nový způsob organizace prací.

Nevýhodou harvestorových technologií je především pořizovací cena, potřeba soustředěnosti těžeb spojená s výše uvedenou organizací prací. I vzhledem k uvedeným, mnohdy zásadním nevýhodám, představuje harvestorová technologie v lesnictví radikální změnu (LOSCHEK, 2001).

Všechny kladné aspekty použití harvestorových technologií mají základ ve vysoko kvalifikované přípravě pracoviště, technologickém a pracovním postupu a v neposlední řadě kvalifikací operátora.

Můžeme konstatovat, že v podmínkách lesního hospodářství ČR vzrůstá variabilita výrobně technických podmínek pro nasazení harvesterů, důsledkem je, v mnoha případech špatná organizace práce těžebně – dopravních strojů (KABEŠ 2012, DVOŘÁK et al. 2011, JIROUŠEK et al 2007). Je důležité si uvědomit, kde je hranice pro použití harvesterových technologií z hlediska ekonomiky a efektivity. K posouzení výhodnosti použití harvesterové technologie nám slouží výkonové normy pro víceoperační zařízení (DVOŘÁK, 2011), které je možné porovnat s ostatními výkonovými normami pro těžbu a soustředování dříví (SLKT, koně, UKT). S ohledem na výkonové normy lze pak stanovit použití vhodné těžební technologie (KABEŠ 2012).

1.1. Faktory ovlivňující nasazení harvesterů

Použití harvesterových technologií je ovlivněno množstvím faktorů, např. dřevinou skladbou, únosností terénu, ekonomické faktory, druh těžby, síla zásahu, sklonitost. Nejčastější je použití harvesterů ve výchovných a obnovných těžbách smrku a borovice (CUBBAGE, 1982). Zastoupení zmiňovaných dřevin v ČR je 50,6% u smrku a 16,5% u borovice (Zpráva o stavu lesa, 2015).

Tab. č. 1. Druhové složení lesů v ha a % z celkové plochy porostní půdy

Dřeviny	Rok					
	2000	2010	2012	2013	2014	2015
	plocha porostní půdy ha / %					
smrk ztepilý	1 397 012	1 347 239	1 334 417	1 327 398	1 319 733	1 315 487
	54,1	51,9	51,4	51,1	50,7	50,6
jedle	23 138	25 869	26 859	27 509	28 251	28 699
	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
borovice	453 159	436 308	432 915	431 721	429 636	428 030
	17,6	16,8	16,7	16,6	16,5	16,5
modřín	97 170	100 761	100 956	100 917	100 749	100 283
	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
ostatní jehličnaté	4 586	6 352	6 941	7 048	7 755	7 846
	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
jehličnaté	1 975 065	1 916 329	1 902 088	1 894 593	1 886 124	1 880 344
	76,5	73,9	73,2	72,9	72,5	72,3
dub	163 761	178 466	182 327	184 180	184 441	185 044
	6,3	6,9	7,0	7,1	7,1	7,1
buk	154 791	189 998	198 652	202 638	207 595	211 835
	6,0	7,3	7,7	7,8	8,0	8,2
bříza	74 560	72 264	71 026	71 628	71 779	71 796
	2,9	2,8	2,7	2,8	2,8	2,8
ostatní listnaté	183 696	209 559	213 145	215 602	219 363	219 207
	7,1	8,1	8,2	8,3	8,4	8,4
listnaté	576 808	650 287	665 151	674 048	683 178	687 882
	22,3	25,1	25,6	25,9	26,3	26,5
Celkem bez holiny	2 551 873	2 566 816	2 567 239	2 568 641	2 569 302	2 568 227
	98,8	98,9	98,9	98,8	98,7	98,8

Stále se objevují názory na zvýšení podílu přirozené obnovy dřevin a tím podpoření podrostního způsobu hospodaření, za účelem snížení nákladů na obnovu lesa. Nejedná se jenom o dřeviny jako např. smrk, jedle, buk, ale také o borovici (POLENO, 1967).

Borovice jakožto výrazně slunná dřevina se dokáže přizpůsobit různým podmínkám. Dobře snáší sucho a je nenáročná na kvalitu půdy, proto se s borovicí můžeme setkat na různých stanovištích, sutích nebo písčitých půdách. Borovice se svými nároky na světlo nedokáže růst v hustě zapojených porostech, kde se ani nezmlazuje. Z živných půd je vytlačována na extrémní stanoviště stín snášejícími dřevinami.

Díky svému kúlovému kořenu dokáže získat vodu z větších hloubek než ostatní dřeviny. Kúloví kořen jí zajišťuje i dobrou stabilitu a odolnost vůči větru, čeho je využíváno v případě ponechání výstavku na hole seči za účelem přirozené obnovy lesa (POLENO, VACEK et al. 2007a, 2007b). Dřevo borovice je křehké, tím je borovice náchylná na zlomy, hlavně pod tíhou sněhu, nebo jinovatky (VICENA, 2003).

Zastoupení borovice se v historickém vývoji výrazně měnilo. V období Preboreálu byla borovice na našem území převládající dřevinou. Postupně se zlepšováním klimatických podmínek ustupovala, až do současného zastoupení, takže přirozeně se vyskytující borovici můžeme v současnosti označit za reliktní bory (POLENO, 1975).

Postupem času se vytvořili cenné místní populace borovice. Rozlišujeme reliktní bory na písčitých půdách, rašelinné bory na chudých rašelinách, reliktní bory na skalách a sutích, přirozené bory na mokřích, na povrchu často zrašeliněných půdách se smrkem a porosty s příměsí borovice v podhorských a horských oblastech (POLENO, 1967, REMEŠ, 2008).

2. Cíl práce

Cílem práce je zhodnocení efektivnosti harvestorové technologie v porostech borovice lesní, kde dochází úmyslným výběrem jednotlivých stromů mýtního porostu ke snížení zakmenění na hodnoty 0,3 – 0,7 a k vytvoření holiny, jako kontrolní plocha pro porovnání. Výkonnost harvestorové technologie v clonné seči porovnat s holosečným hospodářským způsobem. Na základě získaných dat v jednotlivých stupních zakmenění a na holině, porovnat použitou harvestorovou technologii s výkonovými normami pro harvestory. Zhodnotit ekonomickou a časovou náročnost využití harvestorové technologie v daných podmínkách.

Velká pozornost byla věnována sběru a vyhodnocování časových a výkonových dat s použitím výpočetní techniky.

3. Rozbor problematiky

3. 1. Charakteristika a popis harvestorů

Harvestor je charakterizován jako samopojízdný víceoperační stroj, který kromě pohybu v terénu, odvětvuje, rozřezává strom a ukládá strom na jednu nebo více hromad (obr. č. 1).

Pracovní operace jsou vykonávány v jednom cyklu, přičemž některé operace mohou probíhat souběžně (např. odvětvování a přemísťování kmene).

Pracovní cyklus může být automatizovaný, nebo je řízený operátorem mechanizovaně (LUKÁČ, 2005).



Obr. č. 1 Harvestor ROTTNE H14 (archív Autor, 2017)

Podle typu podvozku rozeznáváme harvestor:

- kolový (zastoupení cca 90%)
- pásový
- kráčejší
- další, zpravidla kombinované typy

Podle transmise (mechanického přenosu hnací síly)

- s mechanickou transmisí
- s hydrostatickou transmisí
- s hydrodynamickou transmisí

Podle počtu fází pracovního cyklu

- jednofázové
- vícefázové

Podle hmotnosti a dosahu jeřábů můžeme harvestory roztřídit na (obr. č. 2):

- malé
- středně velké
- velké



Malý harvestor

střední harvestor

velký harvestor

Obr. č. 2 Třídy harvestorů (MALÍK, DVOŘÁK, 2007)

Podle výkonu motoru tab. 2.

Tab. č. 2 Výkonnostní třídy harvestorů (FPP Harvestor, ULRICH a kol. 2002)

		Malý h.	Střední h.	Velký h.
Výkon motoru	(kW)	< 70	71 – 140	> 140
Hmotnost	(t)	4 – 8	9 – 13	13 – 15
Šířka	(cm)	160 – 200	240 – 280	260 – 290
Dosah jeřábu	(m)	6	8,5 – 10	10 – 11
Hmot. Kmene	(m ³ /kmen)	< 0,15	0,16 – 0,35	> 0,35
Max. říznost	(cm)	20 – 35	35 – 45	45 - 65

Podle umístění jeřábu:

- na rámu před kabinou ve směru jízdy
- na rámu za kabinou ve směru jízdy
- otočný spolu s kabinou na straně kabiny
- otočný spolu s kabinou nad kabinou

Podle počtu náprav

- dvounápravové
- třínápravové
- čtyřnápravové

Podle koncepce náprav

- s pevnými nápravami
- s hydrokoly na kyvných ramenech
- s hydrokoly na otočných a kyvných ramenech (boogie)

3. 2. Základní konstrukce harvestoru

- Podvozek
- Hydromanipulátor
- Řídící kabina operátora
- Pohonné ústrojí

3.2.1. Podvozek

Hydraulická ruka s těžební hlavicí bývá převážně uložena na kolovém podvozku, který poskytuje větší možnosti nasazení (např. V balvanitém, rovinatém nebo horském terénu a využívá lépe své jízdni vlastnosti. Harvestor na kolovém podvozku se může lépe a rychleji pohybovat po pracovním poli a přesouvat mezi nimi. S určitým omezením je možný i jeho přesun po veřejných komunikacích. Při nasazení v strmých svazích se ke zvýšení trakce kol využívají protiskluzové řetězy a pásy na hnacích kolech (ULRICH 2002).

Kolový podvozek je vybaven čtyřmi až osmi koly. Sestává z předního a zadního vozíku, který je uložen v zlamovacím kloubu rámu. Pomocí hydraulického ovládní zlamovacího kloubu se dosahuje jednoduché ovládní vozidla (hydrostatický systém) i v těžkém terénu. Úhel natočení podvozku může dosáhnout až 40 stupňů.

Nápravy rozdělujeme na:

- a) pevné
- b) výkyvné
- c) tandemové (boogie).

Boogie nápravy mají oproti jednoduché nápravě s velkými koly výhodu při přejezdu přes překážky. Malé kola mohou snadno překonat vysokou překážku přičemž nedochází k porušení stability vozidla. Boční výkyv podvozku s boogie nápravou je menší, než při nápravě se dvěma velkými koly což zvyšuje svahovou dostupnost Harvestoru. Svahovou

dostupnost zvyšují pásové podvozky. Při krácejících a kombinovaných podvozcích dokáží Harvestory pracovat i v lanových terénech.

3.2.2. Hydromanipulátor

Podstatnou součástí každého harvestoru je hydraulický jeřáb, který slouží k nesení těžební hlavice a k provádění všech potřebných pohybů při celém operačním cyklu zpracování stromu (DVOŘÁK et al., 2006)

Konstrukce jeřábu se zlamovacím ramenem je jednoduchá, levná a často používaná. Teleskopické provedení dodává ramenu stabilitu a větší dosah jeřábu. Ten je dán hustotou porostu a konstrukcí jeřábu s těžební hlavicí. Jeřáb s paralelně vedenými rameny poskytuje výhody v pohyblivosti a jednoduchosti. Na konci zlamovacího nosníku neboli teleskopického ramene je upevněn rotátor s těžební hlavicí. Rotátor dovoluje otáčet hlavicí bez omezení vlevo i vpravo. Dosah výložníku jeřábu (až 15m) je pro lesnickou praxi důležitým ukazatelem. Neméně důležitý ukazatel je nosnost při vysunutém rameni (ULRICH 2002).

Podle zvedacího momentu (nosnosti) jeřáby rozdělujeme na (ULRICH, 2002):

- malé, zvedací moment cca 40 kNm
- střední, zvedací moment cca 100 kNm
- velké, zvedací moment cca 160 kNm

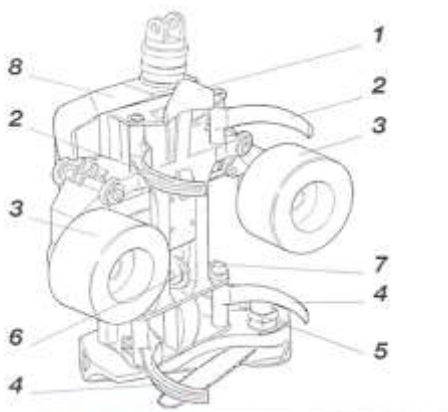
Nosnost jeřábu N (t) je dána násobkem zvedací síly (kN) a dosahu jeřábu (m). Nosnost jeřábu je důležitou charakteristikou harvestoru, stroj by měl být vybaven jeřábem odpovídající vzhledem k celkovému výkonu a druhu nasazení.

3.2.2.1. Těžební hlavice

Těžební hlavice má funkci strom sevřít, vytěžit, sklopit do pracovní polohy, odvětvit, zkrátit, změřit a uložit (DVOŘÁK et al., 2006). Konstrukční prvky těžební hlavice s podávacími válci jsou na obr. č. 3.

Popis hlavice:

1. Přední odvětvovací nůž
2. Horná dvojice úchopných a odvětvovacích nožů
3. Odvětvovací válce poháněné hydraulicky
4. Dolní úchopné a odvětvovací nože
5. Řezací ústrojenství pily
6. Ozubené kolo pro dotykové měření délek
7. Dotykové měření průměrů – na čepu odvětvovacích nožů
8. Rám hlavice + měřicí systém



Obr. č. 3 Konstrukce těžební hlavice (manuál ROTTNE EGS – 590, 2006)

Hlavice je uložena ve dvou ložiskách tak, aby mohla být v pohybu, a schopná sklopit se do stran. Při spilování stojícího stromu je nasazena vertikálně na patu stromu. Strom je uchopen zavřením odvětvovacích

nožů, přičemž pila současně odřízne strom u paty. Při ležícím kalamitním dřevě je těžební hlavice nasazena vertikálně na kmen stromu, přičemž odpadá funkce spilování. Pomocí podávacích válců je strom v horizontální poloze protahován přes odvětvovací nože, které vyvíjejí potřebný tlak podle tloušťky větví odvětvovaného stromu. Dostatečné odvětení je závislé od přitlakového tlaku odvětvovacích nožů a na jejich koncovém překrytí. Nože mají obloukovitou formu. Od nich závisí, jak velký může být průměr kácení. K překonání křivosti kmene můžeme nože při přetahování otevřít (LUKÁČ, 2005).

3.2.2.1.1. Podávací válce

Mají na kvalitu zpracovaných kmenů velký vliv, z čehož vyplývá důležitost jejich konstrukce. Obecně můžeme říci, že se používají dva typy válců. První typ sestává z válců, na kterých povrchu jsou připevněny kónické nebo ploché hroty či zuby, nebo je povrch válce pokryt gumovým pláštěm s destičkami, které mají hroty. Druhý typ sestává z ocelové obruče, na níž je připevněn gumový plášť. Na jeho povrchu jsou natažené ostrohranné protiskuzové řetězy. Gumový plášť je na válcovou obruč nalepený, našroubovaný nebo tlakově natažený (LUKÁČ, 2005).

3.2.2.1.2. Měřicí systém

V dnešní době nabízejí téměř všichni výrobci harvestorů. Jsou to počítačem řízené měřicí a vyhodnocovací systémy, které vypočítávají zpracované objemy vyrobených sortimentů podle druhu dřevin, tloušťkové třídy a kvality. Snímač měřicího systému je uložen v těžební hlavici (obr. č. 4), kde snímá a odesílá potřebné údaje do počítače v kabině operátora, který je vyhodnocuje. Tyto údaje jsou zaznamenávány na přehledném výpisu o výrobě dřeva (DVOŘÁK, 2011).



Obr. č. 4: Měřicí kolečko (archív, autor 2016)

Po ukončení těžebního procesu jsou všechny údaje potřebné k jeho provedení uloženy na disketě nebo na paměťové kartě v kabině operátora harvestoru. Disketa a karta slouží k dalšímu zpracování pomocí PC nebo pomocí EDV (elektronické zpracování dat) u podnikatele, nebo odběratele prací (ULRICH 2002).

Přesnost a odchylky měření měřicích systémů zobrazuje tab. 3.2.

Tab. č. 3 Maximální dovolené odchylky od ručního měření (ULRICH, 2002)

Ukazatel	Přesnost měření harvestoru	Ověřené měření z praxe
Délka	$\pm 1\%$ ne méně jak 5 cm pro jednotlivé měření	95% kusů výřezů musí splňovat požadovanou délku
Průměr	$\pm 2,5$ mm – průměr z 10 měření ± 1 cm pro jednotlivou hodnotu	95% kusů výřezů musí mít požadovanou tloušťku na čepu
Objem		$\pm 4\%$ - místo těžby a sortiment

3.2.2.1.3. Kácecí a krátící zařízení

Nejčastěji je kácecí a krátící zařízení tvořeno řetězovou pilou, stavba je obdobná jako JMP. Pila respektive zkracovací jednotka je tvořena

vysílačem polohy a mazání řetězu, hnacím rotačním hydromotorem řetězu, přímočarým hydraulickým válcem, konzolou vodící lišty, řetězkou, vodící lištou a řetězem.

3.2.2.1.4. Rám a rotátor

Nejčastější konstrukce rámu těžební hlavice je z oceli, obdélníkového profilu. Těleso rámu je nejčastěji ve svislé poloze. Při zpracování kmenů se rám dostává do vodorovné polohy. Mezi jeřábem a rámem těžební hlavice je umístěný rotátor, který je poháněný hydromotorem a umožňuje otáčení hlavice v úhlu do 280°(DVOŘÁK, 2006)

3.2.3. Řídicí kabina

Víceoperační stroje jak jsou harvestory vyžadují vysoké požadavky na operátora. Při obsluze uvedených strojů převažuje psychoneurotické zatížení operátora nad fyzickým. Řídicí kabina operátora je jeho pracovní prostředí. Musí splňovat vysoké nároky na ergonomii a bezpečnost práce z důvodu vysokých nároků na vysoce kvalifikované, rychlé a správné rozhodování operátora.



Obr. č. 5: Řídicí kabina harvestoru PONSE Scorpion (www.mixmotor.eu)

Kabina je ve standardním harvestoru vždy komfortně vybavená a odpovídá moderním ergonomickým požadavkům (obr. č. 5). Sedadlo operátora je odpružené a programovatelné na tlumení vibrací podle hmotnosti obsluhy. Kabina je vždy klimatizovaná s filtrací prachu. Okna kabiny jsou vybaveny bezpečnostními skly, mohou být vyduté, resp. tónované, což snižuje možnost oslnění operátora. Kvalitní stroje (např. Valmet, Timberjack) mají kabinu přizpůsobenou tak, aby se kabina mohla samostatně pohybovat v určitém rozsahu ve všech směrech, případně otáčet kolem své vertikální osy.

Tyto pohyby se zpravidla mohou ovládat ručně nebo automaticky tak, aby byl zaručen výhled operátora na pracoviště. Hlučnost v kabinách moderních harvestorů nepřesahuje 60 - 75 Db (DVOŘÁK, 2006). Víceoperační stroje vytvořili nový fenomén v systému těžebně - dopravních technologií z pohledu účinnosti a rozhodování operátora při obsluze motorické, pojezdové, ale i technologické části stroje.

Harvestory jsou vybaveny specializovanými systémy kontroly, např. TMC - Total Maschine Control, které v širším rozsahu řídí a optimalizují chod motoru, informují řidiče o fyzikálních parametrech motoru (teplota, spotřeba, obrátky, tlak a teplota v hydraulice apod.). Automatické řídicí systémy umožňují i pohyb kabiny ve směru otáčení hydromanipulátora, a tak umožňují plynulý technologický proces.

Kabina operátora poskytuje komfort nejen s pohledu fyzického pohodlí obsluhy, ale především je to ergonomicky řešené pracoviště s vysokými nároky na profesionální a psychický potenciál operátora. Přímo před operátorem se nachází obrazovka počítače s potřebnými informacemi spolu s klávesnicí pro ovládání počítače.

Obsluha sedí v pohodlném křesle, přičemž přímo na opěrkách rukou jsou řídicí joystiky s celou řadou obslužných tlačítek a ovladačů. Všechny ovladače jsou v pohodlném dosahu obsluhy. Sedadlo řidiče s potřebnými obslužnými prvky je otočné, aby při práci s hydromanipulátorem, resp. při jízdě dozadu mohl pohodlně obsluhovat stroj.

Kabina odolá vnějším silám (náraz, převrácení) ve smyslu mezinárodních standardů. Pro případ zhoršených světelných podmínek v lesním porostu (mlha, tma, hustý porost) je kabina harvestoru osazena v horní části ze všech stran reflektory, které dostatečnou intenzitou osvětlí pracovní prostor.

Základní součástí „technologičnosti“ je ovládání hydromanipulátoru. Ovládá se z kabiny pomocí ovládacích pák (joystiku). Všechny pohyby hydromanipulátoru a těžebné hlavice jsou rozděleny mezi levý a pravý joystick. Řídící páky pracují logickým principem. Potřebná činnost je dána směrem pohybu páky, velikost vyklonění páky určuje rychlost a rozsah pohybu.

Míru a rozsah pohybu řídících pák lze programovat podle temperamentu a návyků operátora (Lukáč, 2005).

3.2.4. Pohonný agregát

Víceoperační stroje a jejich konstrukce vyžadují výkonné a spolehlivé pohonné agregáty schopné pracovat i 24 hod denně. Většina výrobců používá vlastní agregáty (např. John Deere, Valmet, Cat, Timberjack). Pohonné agregáty rozdělujeme do tří výkonových skupin (ULRICH et al., 2002):

do 70 kW

70 až 140 kW

nad 140 kW

Harvestory, které spadají do kategorie do 70 kW jsou malé. Používají se v probírkách do a nad 40 let, v některých případech i na ostatní výchovné zásahy.

V kategoriích od 70 do 140 kW jsou středně velké harvestory, které se používají v posledních probírkách a v obnovných těžbách.

V kategorii nad 140 kW jsou velké harvestory s vysokou výkonností, jejich použití je omezeno pouze na obnovné těžby vyšších tloušťkových stupňů a v kalamitních těžbách s velkou koncentrací hmoty. Jejich použití

v probírkách je neefektivní a neekonomické. Proto je potřeba dbát při výběru harvestoru i na výkon jeho pohonného agregátu.

3.3. Speciální harvestory

Nejčastěji používané harvestory v lesnické praxi jsou harvestory na kolovém podvozku a jejich varianty. Přestože existuje mnoho výrobců harvestorů jejich vlastnosti stejných výkonových a hmotnostních kategorií jsou velmi podobné. Na základě kolových variant byly vypracovány technologické přípravy pracovišť jako je stanovení:

- šířka pracovního pole
- dopravní dráhy
- technologie

Ostatní konstrukční provedení jako jsou pásové, kráčející, kombinované a harvestor - forwarder řadíme mezi speciální harvestory. Rozdíl oproti kolové varianta je zejména v konstrukčním provedení podvozku, což se odráží na zlepšení určitých vlastností jako je například stabilita, průjezdnost.

Mezi nejčastěji se vyskytující odlišující znaky můžeme zařadit tyhle (LUKÁČ, 2005):

- typ a druh podvozku,
- možnost změny šířky podvozku v aktuálním čase - stabilita,
- konstrukce, dosah a nosnost hydromanipulátora,
- svahová dostupnost,
- velká variabilita harvestorových a manipulačních hlavic,
- různé druhy činností pro které jsou speciálně víceoperační stroje konstruované (např. Balikovače),
- speciální požadavky v rámci technologické přípravy pracoviště,
- velká hmotnost,
- tlak na půdu, aj.

3.3.1. Kráčivé harvestory

Kráčivé harvestory jsou v dnešní době předmětem výzkumu a vývoje největších subjektů, které mají vedoucí postavení v oblasti vývoje environmentálně vyhovujících lesních strojů. Je to firma TIMBERJACK. Jejich zaměřením je projekt strojů na kráčejícím podvozku. Z pohledu novodobých technických možností je to vize do budoucnosti.

Jde o prototyp kráčejícího harvestoru Timberjack - Plustech, byl vyvinut ve finské firmě PLUSTECH Oy - r.1995. Harvestor má vysoce sofistikovaný kráčející podvozek, který tvoří šest nohou (obr. č. 6), které jsou navzájem elektronicky propojeny, takže měrný tlak na půdu pod každou jednou nohou se kontroluje kontinuálně a zároveň přerozděluje podle okamžitého stavu. Velkou výhodou kráčejícího podvozku je jeho manévrovatelnost (může se pohybovat dopředu, dozadu, do stran, po diagonále a otáčet na místě). Řízení stroje je prováděno jediným joystickem. Tento prototyp poskytuje velké možnosti při řešení technologických postupů při těžbě dřeva, má téměř neomezenou svahovou dostupnost. Zatím se komerčně nevyužívá.



Obr. č. 6 TIMBERJACK PLUSTECH (www.theoldrobots.com)

Jediným v současnosti známým kráčivým harvestorem na podvozku typu MENZI MUCK, je A91 T2 zobrazený na obr. č. 7.



Obr. č. 7 Menzi Muck A91 T2 (DVOŘÁK, et al. 2011)

3.3.2. Kombinované

Jde o technické modifikace podvozků, které by měly poskytovat výrazně lepší technické a technologické vlastnosti oproti kolovým harvestorům. Mezi základní vlastnosti patří lepší svahová dostupnost, stabilita, dosah hydromanipulátora, rychlost pohybu, manévrovatelnost. Nejčastějšími modifikacemi je kombinace možnosti pohybu stroje na kolech s jinou variantou pohybu. Jako příklad uvádím Valmet 911.1 X3M (obr. č. 8), jde o nahrazení kol pásovými jednotkami.



Obr. č. 8 Kombinovaný harvester Valmet 911.1 X3M (www.fordag.com)

3.3.3. Pásové harvestory

Zpravidla jde o konstrukční provedení podobné pásovým bagrům. Jde o pásové podvozky s harvestorovou nástavbou. Jejich výhodou oproti kolovým provedením je vyšší stabilita, velká svahová dostupnost, menší měrný tlak na půdu. A však mají i své nevýhody, které vyplývají z pásového podvozku jsou to například mobilita, nutnost převozu stroje v rámci jednoho organizačního celku, vyšší hmotnost aj.

Mezi nejznámější výrobce pásových harvestorů patří firmy (LUKÁČ, 2005):

- IMPEX - MHT-NEUSON (obr. č. 9)
- TIMBERJACK -TIMBCO
- CATERPILLAR



Obr. č. 9 Pásový harvester NEUSON (archív AUTOR, Vysoké Tatry)

3.3.4. Kombinace Harvester – Forvarder

Je to specifické konstrukční provedení, které spočívá v zkombinování funkcí harvester a forvarder do jednoho víceoperačního stroje. Pracovní cyklus sestává z vytěžení (pokácení) stromu, odvětvení, výroby a uložení sortimentů ložnou nástavbu stroje vybavenou klanicemi (obr. č. 10). V lesnické praxi se častěji používají sólo stroje z důvodu jejich lepšího časového a výkonového nasazení. Pro označení těchto strojů používáme názvy:

- harwarder
- forvester



Obr. č. 10 Pika Forvester Senior,(Zdroj: www.Landwirt.com)

4.4. Technologická příprava pracoviště

Technologickou přípravu prací a pracoviště pro harvestorovou technologii tvoří soubor rozhodnutí a opatření, které v daném prostředí a v dané etapě zabezpečí realizaci hospodářských a společenských cílů výroby na zachování produkčních i mimoprodukčních funkcí lesa (DVOŘÁK et al., 2006).

Využití a nasazení harvestorových technologií je založeno na několika pravidlech. První pravidlo dbá na dodržování trvalého hospodaření v lesích a tomu je podřízené nasazení strojů a technologií, které by měli kopírovat požadavky a parametry trvalého hospodaření (STAMPFER, 2000). Druhé pravidlo je zaměřeno na dodržování vhodnosti použité technologie vzhledem k dopravní infrastruktuře, logistice, soustředěnosti těžeb, kapacitě odvozních míst v dané lokalitě (DVOŘÁK, 2006). Třetí pravidlo bere na zřetel vhodnost dlouhodobé technologické přípravy pracovišť pro harvestory, která musí zohlednit nejen terénní a technologickou typizaci, ale také možnosti strojů. Tím je myšlená svahová

dostupnost, délka svahu, sklon terénu, možnost eroze a v neposlední řadě také únosnost terénu (DVOŘÁK, 2006).

Dlouhodobá příprava pracovišť, pro použití harvestorů v rámci LHC spočívá prvořadě v typizaci jednotlivých porostů a porostních skupin, kde je možné následně vyhodnotit vhodnost nasazení harvestorové technologie.

Nejdůležitějšími prvky přípravy pracovišť jsou charakteristiky porostů:

- Dřevina (zastoupení, věk, hmotnost, druhové složení)
- Terén (překážky, sklon, únosnost terénu)
- Stav porostu (intenzita zásahu, opakování zásahů, zakmenění,
- Terénní podmínky (rozčlenění porostu, obnovní postupy, stav přibližovacích linek, stav cest, možnosti skládek a návaznost odvozu dřeva)

Po zjištění charakteristik porostů, je následně nejvhodnější postup sloučit vybrané jednotky do větších skupin, aby se dosáhla koncentrace těžeb na úrovni 2 až 3 tis. m³. Kritéria na sloučení jednotek zaměřit na efektivnost harvestorové technologie. Důležitými ukazateli jsou přibližovací vzdálenost, soustředěnost těžeb, technologické podmínky, dostupnost potřeb pracovníků aj (DVOŘÁK, 2011).

V dalším postupu nesmíme opomenout bezpečnost práce, případně certifikaci např. PEFC, FSC (zaměření na mezinárodní kritéria LES – DŘEVO – PRODUKT).

Krátkodobá technologická příprava pracovišť je charakterizována obdobím jednoho roku. Většinou je to období od uvedení zásahu do plánu až po samotnou realizaci. Úkony by se mohli rozdělit na terénní a kancelářské práce. Terénní práce z pohledu zadavatele obsahují zjištění stavu přibližovacích cest, vyznačení linek a zásahu, ukázka pracoviště

provozovateli harvestoru. Podobně jak zadavatel prací, tak i provozovatel harvestorového uzlu by měl připravovat pracovní postup. S hlediska provozovatele je potřeba plánování těžeb minimálně měsíc předem, rovnoměrně po celý rok. Dbát na efektivnost využití harvestoru, logistickou návaznost, vhodnost použití typu harvestoru, zajistit servis harvestorovému uzlu.

Společně provozovatel se zadavatelem prodiskutují mapové podklady, kde je vhodné vyznačit linky, určí místo, kde budou skládky, parkování doprovodných vozidel (PHM, Oleje, řetězy aj.), vykonají předání a převzetí pracoviště (DVOŘÁK, 2011). Vzor předávacího protokolu používán VLS ČR s. p. je uveden níže na obr. č. 11.



Protokol o předání a převzetí pracoviště
harvestorová technologie

OBJEDNATEL¹⁾	<i>Obchodní jméno</i>	
	<i>Divize</i>	
	<i>Lesní správa</i>	
	<i>Lesnický úsek²⁾</i>	

ZHOTOVITEL	<i>Obchodní jméno</i>	
-------------------	-----------------------	--

ÚDAJE O PRACOVÍŠTI	<i>Porost</i>	
	<i>Způsob těžby³⁾</i>	
	<i>Prům. hmotn. dle LHP</i>	
	<i>Skut. prům. hmotn.⁴⁾</i>	
	<i>Vyvážecí vzdálenost</i>	
	<i>Požadované sortimenty</i>	
	<i>Zvláštnosti technologického postupu</i>	

(v případě nedostatku místa uveďte sortimenty do samostatné přílohy)

STAV PRACOVÍŠTĚ PŘED PŘEDÁNÍM ZHOTOVITELI (komentář)

--

Souhlasím s údaji o pracovišti a stavem pracoviště před předáním zhotoviteli

V(e):

Datum:

.....
Zástupce objednatele

.....
Zástupce zhotovitele

ÚDAJE O MNOŽSTVÍ VYROBENÉHO DŘÍVÍ A CENÁCH ZA PROVEDENÍ PRÁCE			
Druh práce/přirážky	Množství (m ³)	Jednotk. cena (Kč)	Celková cena (Kč)
Standardní práce ⁵⁾			
Přirážky ⁶⁾	xxx	xxx	xxx
- za těžbu s potřebou dřevorubce			
- za práci v přirozeném zmlazení			
- při výrobě více než 5 sortimentů v 1 dřevině			
- při výrobě specifického sortimentu			
- při nahodilé těžbě do výše 30 m ³ na pracoviště			
Celkem za pracoviště		xxx	

Důležité upozornění: Pro Zhotovitelem fakturované množství vyrobeného dříví je rozhodný údaj o množství odběratelem převzatého dříví uvedený na přijímacím protokolu nebo odběratelem potvrzeném dodacím listu (viz čl. 5, odst. 4 Smlouvy).

DALŠÍ ÚDAJE ⁷⁾

STAV PRACOVIŠTĚ PŘED PŘEVZETÍM OD ZHOTOVITELE		
	Druh závady	Termín odstranění
Odstranitelné závady		
Neodstranitelné závady	Druh závady	

Souhlasím s údaji o množství vyrobeného dříví, cenách za provedení práce, stavem pracoviště před převzetím od zhotovitele, druhy závad a termíny jejich odstranění.

V(e):

Datum

.....
Zástupce objednatele

.....
Zástupce zhotovitele

- 1) Identifikační údaje objednatele mohou být nahrazeny razítkem.
- 2) Nepovinný údaj.
- 3) Uvede se způsob těžby dle ceníku, tj. probírky, holá seč, jednotlivý výběr, nebo samostatné vyvážení či samostatná těžba harvestorem.
- 4) Uvede se skutečná průměrná hmotnatost zjištěná po dokončení práce na pracovišti.
- 5) Uvede se množství dříví, na které se nevztahuje žádná z přirážek.
- 6) Uvede se množství dříví, na které se vztahuje příslušná přirážka.
- 7) Po dohodě objednatele a zhotovitele lze uvést další údaje (např. počet kusů vyrobeného dříví u výřezů I., II. a III. třídy jakosti, atd.)

3. 4. 1. Výhody harvestorů

Harvestorová technologie má celou řadu výhod, což způsobuje poměrně rychlý růst jejich počtu v posledních letech.

Hlavními výhodami harvestorové technologie jsou (ULRICH et. al., 2002, HAN et. al. 2000):

- Ekologická čistota práce
- Vysoká produktivita práce
- Nízké náklady v přepočtu na sortiment
- Vysoká bezpečnost práce
- Možnost pracovat za horšího počasí

Postupným rozvojem a modernizací harvestorů byly vymezeny další výhody (DVOŘÁK, 2004):

- úspora pracovních sil
- přesnou registraci odvedené výkonnosti uloženou v palubním počítači stroje, umožňující lepší přehled o vykonané práci
- vysokou bezpečnost a hygienu práce
- rychlou reakci na změnu požadavků odběratele na sortimenty
- zachování čistoty dříví, protože není taženo po zemi
- omezení škod na lesních dřevinách a půdním povrchu

3. 4. 2. Nevýhody harvestorů

Harvestory jsou neustále zdokonalovány, ale i když dochází k modernizaci, mají harvestory své nevýhody (DVOŘÁK, 2004):

- vysoké pořizovací ceny strojů, nákladné opravy poruch spojené s čekacími lhůtami na náhradní díly – prostoje
- dlouhodobé a nákladné zaškolování operátorů

- náročnost na technické obory, na operátory a technicko – hospodářské pracovníky
- náročná organizace práce pro nepřetržitý provoz stroje a zajištění návratnosti investic

3. 5. Výchova a obnova Borovice lesní (Pinus sylvestris, L.)

3.5.1. Teoretický rozbor

Výchově lesních porostů se v historii věnovalo mnoho odborníků, za účelem stanovení optimálního postupu a modelu výchovy. Do výchovy lesních porostů se zahrnují všechna opatření, kterými se záměrně, opakovaně a systematicky ovlivňují vývojové a růstové procesy jednotlivých stromů, skupin stromů i celých porostů tak, aby byly dosaženy bezpečně a hospodárně všechny stanovené provozní cíle (POLENO, VACEK et al., 2007a, 2007b). Podstatou výchovy je prostřednictvím výchovných sečí, záměrné snížení počtu jedinců vybrané stromové třídy. Výchovným zásahem dosáhneme změnu vzájemných vztahů zůstávajících jedinců a ekologie porostu. Výchovou lesních porostu se mění porostní struktura, ekonomické možnosti porostu v dalším vývoji. Lze říci, že z biologického hlediska, není potřeba výchovu provádět. Stromy se v rámci svého vývoje pomocí autoredukce a diferenciací, dokážou odlišit v rámci porostu i samy. Autoredukce nebo přirozené prořezávání, snižování počtu jedinců má různé intenzity a je výsledkem soutěže jedinců stejné dřeviny, ale také různých druhů dřevin. Závisí na počáteční hustotě porostu a stanovištních podmínkách. Biologicky a růstově slabší jedinci se nedokážou prosadit v boji o vodu, živiny a sluneční záření. Diferenciace znamená v podstatě rozdílnost jedince, genetická nebo mezidruhová, která díky vhodným mikroklimatickým podmínkám, dokáže jedince výškově, tloušťkově a objemově odlišit od ostatních jedinců. Výsledkem působení přirozeného vývoje jsou ve většině případů porosty, které

nesplňují naše hospodářské cíle. Proto je potřeba usměrňovat tento přirozený proces vhodnými technologickými postupy, aby bylo dosaženo společensky žádoucích cílů.

3. 5. 2. Základní požadavky výchovy porostů

Základní požadavky na výchovu porostů můžeme charakterizovat v pěti bodech, které vedou v konečném důsledku k zabezpečení provozních cílů hospodaření. Provozní cíle hospodaření jsou zaměřená na zlepšování genetické hodnoty a zdravotního stavu lesních porostů, zajištění stability porostů, ekologickou a ekonomickou optimalizaci porostů a v neposlední řadě na zajištění maximální kvalitativní a kvantitativní produkce lesních porostů. Je potřeba brát zřetel na význam výchovných opatření vzhledem k věku porostu. Mladší porost dokáže reagovat na výchovný zásah výrazně, naproti tomu výchova v starších porostech již nemá zásadní vliv na formování porostu (CHROUST, 1997).

První ze základních požadavků na výchovu porostů je úprava porostní hustoty. Porostní hustota je charakterizována stupněm vyplnění růstového prostoru na určité ploše. Vlivu porostní hustoty na produkci porostu se věnovalo několik předních autorů, jako například Wiedeman, Assman, Vanselow, který svými pokusy v probírkových porostech vytvořili základné postupy úpravy porostní hustoty. Při úpravě porostní hustoty je důležité přihlížet na druh dřeviny, růstové podmínky, stabilitu porostu, požadované funkce lesa, produkční cíle a vitalitu porostu ve vztahu k přírůstu.

Druhým základním požadavkem na výchovu porostů je regulace prostorové úpravy porostu – rozmístění stromů. Cílem regulace prostorové úpravy porostů je dosažení určitého, pokud možno rovnoměrného a pravidelného rozmístění stromů. Tím je myšleno dosažení optimální horizontální a vertikální struktury porostu. Dosažení optimálního rozmístění stromů je možné ovlivnit už při zalesňování, a to dodržením trojúhelníkového, nebo pásového sponu. Nezbytně nutné je zachovat

určitý poměr stran, který umožní přechod na trojúhelníkový spon po prvních zásazích.

Třetím požadavkem je kvalita porostu a její úprava fenotypovým výběrem. Fenotypový výběr znamená selekci stromů na základě jejich vzhledu. K dosažení úpravy fenotypových hodnot slouží dva základné druhy výběrů, individuální a schématický výběr. Individuálním výběrem se zaměřujeme na znaky jednotlivých stromů – druh dřeviny, výšková a tloušťková vyspělost, tvar kmene, koruny, zdravotní stav apod. Schématický výběr, nazýván i pravidelný, nebere zřetel na fenotypové hodnoty jedinců, ani se zůstávajícím jedincům nezlepší.

Formy schématického výběru jsou:

- řádivý výběr
- pásový
- jednotlivý

Způsoby realizace výběru:

- pozitivní (kladný) výběr
- negativní výběr

podle vlivu na diferenciaci:

- podúrovňové
- úrovňové

Kritéria výběru:

- druhový výběr
- zdravotní výběr
- tvarový výběr
- růstový výběr
- zralostní výběr

Čtvrtým požadavkem je úprava porostní směsi. Úprava porostní směsi se provádí plánovitým usměrňováním typu směsi, stupně smíšení,

formy smíšení a druhu smíšení. Důležité je si uvědomit skutečnost, že se optimální zastoupení dřevin s věkem a vývojem porostu mění.

Pátým požadavkem je ovlivňování růstového prostředí výchovou. Výchovným zásahem dochází k změně podmínek v porostu. Zvýší se oslunění, proudění vzduchu, výpar a jiné ekologické podmínky v porostu.

3.5.3. Výchova tyčkovin a tyčovin

Základním provedením výchovy tyčkovin a tyčovin jsou probírky. Probírka, jako výchovný zásah je prováděná těžbou, při které jsou odstraňovány stromy nežádoucích vlastností. Probírkou se odstraňují i jedinci, který překáží nejkvalitnějším jedincům, čím se dosáhne zlepšení druhového složení, kvality, stability a ostatních důležitých vlastností porostu. Při realizaci probírek již lze rozeznat, kteří jedinci se v budoucnosti stanou hlavními stromy.

Probírka je nástrojem zvyšování výtěže dřeva z jednotky plochy, jejího výhodného časového a proporcionálního rozložení (KORPEL, 1991). Probírka je úmyslná těžba dříví konaná bez podstatného úbytku porostního zakmenění v porostu nemýtném, aby vyklizením porostních složek hospodářsky nezpůsobilých se podporoval růst i tvar porostních částí nadějných (KONŠEL, 1931).

Problematikou probírek a výchovy lesních porostů se už v minulosti věnovala řada odborníků. V ČR se probírkami zabývali Emil André, Liebich, Konšel, Polanský, Juča, Chroust, Réh, Pařez, Slodičák, Štefančík.

Cílem probírek je podobně jako u prořezávek podpora hodnotového přírůstu, zajištění porostní stability, regulace druhové skladby a fenotypový výběr. Rozdíl oproti prořezávkám je v tom, že do popředí se dostává cílená péče o stromy, které pravděpodobně budou tvořit zralý porost.

3.5.4. Probírkové metody.

Probírkové metody můžeme charakterizovat jako ucelený návod pro provedení cílevědomého výchovného zásahu v porostu.

Základní znaky probírky:

- druh probírky (podúrovňová, úrovňová, neutrální)
- způsob a forma výběru
- síla probírky (slabá, silná, mírná)
- intenzita probírky
- interval probírky
- stupeň probírky
- stupeň pomoci budoucím mýtním stromům

Na základě zmíněných základních znaků probírek bylo popsáno předními autory několik druhů a typů probírek.

Podúrovňovými probírkami se zabývali:

- Swappach a kol. 1902 popsali Německou podúrovňovou probírku
- Sudetský 1928 – individuální probírka pro porosty borovice v Polsku
- Bohdanecký 1881 – podúrovňová probírka s negativním výběrem
- Gerhardt – rozvíjel Bohdaneckého probírku do JD, BK, DG porostů
- Schiffel 1904 – inspirován Bohdaneckým
- Wagener 1887 – zařazen do prostého přírůstového hospodářství
- Konšel – upravil německou podúrovňovou probírku
- Heck 1931 – v BK porostech, přechod mezi podúrovňovou a úrovňovou probírkou

Úrovňové probírky:

- Francouzská probírka 1790 – v porostech DB
- Dánska probírka – Rewentlow 1748 – 1827, v porostech BK
- Německá úrovňová probírka – navazuje na podúrovňovou probírku
- Konšelova úrovňová probírka
- Tulská – Molčanova probírka 1883

- Borggreveho probírka – označována i jako kacířská
- Bramwaldská Michaelisova probírka 1907 – klade důraz na pozitivní výběr
- Erdmanova – rozestupová probírka
- Schädelinova probírka

3.5.4.1. Vliv výchovných sečí na růstové vlastnosti stromu.

Charakteristika výchovných sečí spočívá na redukci hustoty porostu a principu selekce.

Po provedení výchovných zásahů se mění:

a) porostní prostředí

b) taxační parametry

Taxační parametry charakterizují údaje o hustotě porostu N ks/ha, výčetní základně m^2/ha , zásobě m^3/ha , rozměrech středního kmene $d_{1,3}$, výšce. Mění se později následkem změn v porostním prostředí, přírůstové změny jednotlivých stromů, které se projeví v průběhu času ve vývoji koruny a v tloušťkovém a výškovém přírůstu (POLENO, VACEK et al., 2007a, 2007b).

Přírůstová reakce (tzv. světlostní přírůst) je podmíněná citlivostí dřeviny na vnější podněty. Je proto specifická nejen pro jednotlivé druhy dřevin, ale i pro různá stanoviště.

V rámci vlivu výchovných sečí na růstové vlastnosti stromu se zaměřím na borovici lesní. Po vykonaném výchovném zásahu je ovlivněn vývoj koruny, výškový a tloušťkový přírůst.

Vývoj koruny:

Tvar a velikost korun BO jsou závislé na cenotickém postavení stromu, resp. na jeho výšce a tloušťce. Již od stádia mlazin mají předrůstavé stromy výrazně větší koruny, především délku a šířku koruny,

než stromy nižších stromových tříd. S přibývajícím věkem se rozdíl dále zvyšují, největší rozdíl mezi korunami stromů různého cenotického postavení jsou ve hmotnosti asimilačního aparátu – jehlic. U předrůstavých stromů je 8 – 9 krát větší než u stromů podúrovňových.

Po proředění mlaziny silnou řadovou prořezávkou, kde je síla zásahu cca 50%, bylo zaznamenáno zvětšení přírůstu nadzemní biomasy středního stromu, stejně jako čistého výkonu asimilace.

Vliv výchovné seče silnější intenzity se projevuje ve stádiu mlazin ve zvětšeném fotosyntetickém výkonu jehličí a nárůstu nadzemní biomasy stromů. Zvětšuje se jak množství jehličí, tak i délka korun a větví.

3.5.4.1.1. Výškový přírůst

Vliv výchovných zásahů na velikost výškového přírůstu se ve stádiu mlazin neprojevuje ani po silné prořezávce (síla zásahu 50%). Naproti tomu ve stádiu 30 – 40letých tyčkovin až tyčovin dochází v průběhu 10 let po úrovňovém zásahu ke zvětšení výškového přírůstu o 21%. K největšímu zvětšení přírůstu dochází u stromů 1. stromové třídy (o 23%), k nejmenšímu u stromů podúrovňových (o 6%). Zvětšení přírůstu je výsledkem podpory genetických vlastností jedince (POLENO, 1969b).

3.5.4.1.2. Tloušťkový přírůst

Na rozdíl od výškového přírůstu reaguje BO ve stádiu mlazin na proředění prořezávkou zvětšeným tloušťkovým přírůstem. K nárůstu tloušťkového přírůstu napomáhá zvýšený fotosyntetický výkon jehličí rozvolněných korun. Tloušťkový přírůst je o 30 – 40% větší ve srovnání s nevychovanou mlazinou. Největší zvětšení se dostavuje u podúrovňových stromů (149%), méně u úrovňových (131%) a nejméně u nadúrovňových stromů (109%). Ve stádiu 30letých tyčkovin pozitivní reakce na uvolnění klesá a jen u některých vrůstavých stromů je

výraznější. Pozitivní vliv výchovných sečí na tloušťkový přírůst BO se významněji projevuje ve stádiu mlazin po rozvolnění plného zápoje. Ve stádiu tyčkovin a ve starších porostech reakce stromů na uvolnění klesá a přírůst se zvětšuje pozvolna, ani po 20 – 30 letech nedosahuje zvětšení výraznějších hodnot (POLENO, 1969b).

3.5.5. Obnova lesa

Jde o proces nahrazování stávajícího zpravidla dospělého lesa novými generacemi lesních dřevin.

Obnova lesa v pralesovitých a přírodních lesích probíhá samovolně ve stádiu rozpadu, tj. v procesu odumírání fyziologicky dožívajících stromů, nebo stromů na místě zničených požárem, větrnými, popř. hmyzími kalamitami.

Obnova lesa v hospodářských lesích je jednou z nejdůležitějších činností v celém systému pěstování lesa a je souborem pěstebních opatření, směřujících k vytvoření nového porostu na místě starého porostu. Obnovní postupy a způsoby jsou i stěžejním hlediskem při vylišování hospodářských způsobů.

Proces obnovy lesních porostů lze popsat a hodnotit podle různých znaků (SANIGA, 2008).

Základními jsou:

- **způsob vytváření nového porostu** – základní členění obnovy porostů je podmíněno způsobem vytváření nových lesních porostů

Podle toho se rozlišují 2 základní formy obnovy:

1. přirozená obnova – při přirozené obnově se pro vznik nové generace lesa využívá reprodukčních schopností mateřského porostu opadem semene, příp. výmladností.

2. umělá obnova – naopak charakterizovaná založením nového porostu sadbou, příp. sítí.

Souběžnou kombinací obou forem na jedné ploše vzniká obnova kombinovaná, která je u borovice často využívána.

- **prostorové uspořádání obnovy** – vylišují se 3 základní techniky obnovních postupů:

1. obnova clonná
2. obnova holosečná
3. obnova okrajová (násečná)

Pro dosažení obnovních cílů je často nezbytné v jednom porostu použít 2 nebo všech 3 základních obnovních postupů v účelné prostorové a časové kombinaci.

- **doba trvání obnovy** – podle délky obnovní doby je možné rozlišovat obnovu:

1. krátkodobou (obnovní doba kratší než 20 – 30 let)
2. dlouhodobou (obnovní doba minimálně 30 let)

- **velikost obnovované plochy** – členění obnovy podle velikosti obnovované plochy:

- maloplošnou
- velkoplošnou

Velkoplošná obnova je podle současně platných právních předpisů v podmínkách ČR limitována velikost obnovních sečí 1, resp. 2 ha a kromě specifických případů i jejich šířkou do dvojnásobku výšky těžných stromů.

3.6. Výchova borových porostů

Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) je po smrku naší druhou nejrozšířenější dřevinou se zastoupením cca 16,5 %. Její původní rozšíření je spíše než na klimatické stupňovitosti závislé především na specifických půdních podmínkách borových společenství. V nesmíšených porostech, popř. v dominantním postavení v porostech smíšených, se vyskytuje borovice lesní především na přirozených borových stanovištích, případně na oglejených chudých stanovištích nižších a středních poloh (MIKESKA, VACEK et al., 2008).

Z důvodů menších nároků na vodu a živiny se borovice lesní dobře přizpůsobuje rozmanitým stanovištním podmínkám. Hospodářsky významné porosty však vytváří jen v několika původních oblastech (jihočeská, severočeská, Severo východočeská, západočeská, střeďočeská a jihomoravská).

Biologické vlastnosti borovice, zejména stavba korun, slunné jehličí atd., vyžadují odlišný způsob provedení výchovných zásahů, ve srovnání s výchovou smrkových porostů.

Porosty borovice lesní reagují na výchovné zásahy pomaleji a celkově méně výrazně, než je tomu u smrku. Při zásazích velké intenzity může dojít k dlouhodobějšímu poklesu přírůstu i k určité celkové ztrátě objemové produkce. Naproti tomu zásahy slabé intenzity mohou nepříznivě ovlivnit klimatické charakteristiky uvnitř mladých porostů. Většina borových porostů se nachází v oblastech s nižší nadmořskou výškou a tedy i nižším přídělem srážek ve vegetačním období. Navíc tyto porosty rostou především na vysoce propustných písčítých půdách (SLODIČÁK, 1990).

Odpovídajícím výchovným zásahem lze pozitivně ovlivnit přísun srážek (snížení intercepce) pod mladý borový porost až na dobu pěti let. Cílem výchovy porostů borovice je proto především zvýšení jejich kvality a odolnosti vůči stresovým faktorům vhodnou úpravou porostního prostředí. Cílem výchovy borových mlazín je dopěstovat kvalitní borovice s malou sukatostí kmene, s cílovou tloušťkou 40 – 50 cm.

Borovice jako charakteristická slunná dřevina, při oslunění z boku vytváří rozložitě koruny a silné větve. Doporučuje se proto příměs rychle rostoucích dřevin a hustý zápoj. V mládí velmi rychle roste, naproti tomu v pozdějším věku, reaguje na výchovné zásahy, poměrně málo. Nejvhodnější stanoviště pro borovici jsou hlinitopísčité až písčité půdy (MIKESKA, VACEK et al., 2008)..

3.6.1. Kategorizace borových mlazín.

1. Kategorie A – nejkvalitnější borové mlaziny, na vhodných stanovištích, dostatečně husté. První zásah do výšky 2 m (věk 6 – 8 let), negativní výběr, krátký interval s mírným zásahem. V pozdějším věku je doporučený přechod na kladný výběr.
2. Kategorie B – mlaziny průměrné kvality. První zásah se doporučuje později ve výšce mlaziny 2 – 3 metry s intervalem mezi zásahy 3 – 5 let.
3. Kategorie C – mlaziny na nevhodných stanovištích. Intenzita je výrazně omezena s intervalem až 10 let. Doporučuje se zachování zápoje, předrostlíky vrškovat a negativní výběr v úrovni (POLENO, VACEK et al., 2007a)

3.6.2. Péče o nárosty a kultury - Prostřihávky

Porosty z přirozené obnovy zpravidla nevyžadují zvláštní péči. Prostřihávky se realizují spíše výjimečně v přehoustlých nárostech ve věku porostů 4 až 5 let (při výšce do 1 m); odstraňují se zejména případní

předrostlíci a obrostlici. Pokud se ale v nárostech objeví spontánní přirozené zmlazení „plevelných dřevin“ (bříza, jíva, osika), je nutná jejich redukce (PEŇÁZ, 1991). Mezernaté nárosty se doplní skupinovitě výsadbou listnatých dřevin (dub, buk aj.) s melioračním posláním.

Porosty z umělé obnovy vznikají výsadbou většinou prostokořenného sadebního materiálu, jehož minimální počty jsou stanoveny vyhláškou č. 139/2004 Sb. a pohybují se od 8 000 ks v CHS 27, 29, 41 a 51 do 9 000 ks sazenic na 1 hektar v CHS 13, 21, 23 a 25. Pokud jsou borové kultury založeny odpovídajícími technologickými postupy, nevyžadují zvláštní péči (potřebná je ochrana proti zvěři a na vlhčích stanovištích proti buřeni). V borových kulturách může docházet k narušení jejich kvality, tvorbou proleptických výhonů, které mohou způsobit závažnou deformaci – zakřivení kmínků borovic. V dostatečně hustých kulturách se deformované stromy odstraní při prvních pročistkách. V nedostatečně hustých porostech je ale nutné preventivní a nápravné odstranění proleptických výhonů ořezem, či preventivní redukce počtu pupenů (NAROVEC, 2000).

3.7. Modely výchovy borovice lesní

S ohledem na biologické vlastnosti borovice je z pěstebního hlediska účelné, resp. na přirozených stanovištích nutné, vytvářet borové porosty věkově i výškově nediferencované (PAŘEZ, CHROUST, 1988).

S ohledem na požadavek „čištění kmenů“ jsou výchovné zásahy ve fázi mlazin a tyčkovin velmi mírné.

Podúrovňové zásahy převažují v borových porostech po cele další období výchovy.

Do úrovně se zasahuje pouze výjimečně v porostech, kde se pracuje kladným výběrem a kde je případně nutné postupně uvolňovat cílové stromy.

První výchovné zásahy jsou zaměřeny zejména na odstranění nežádoucích jedinců, jejichž ponechání v porostu, by mělo nepříznivý vliv na kvalitativní vývoj porostů. Jedna se o tzv. „předrostlíky“, tj. formy s abnormálním růstem a silnými větvemi. Spolu s odstraněním těchto jedinců je také zasahováno do podúrovně. Snížená hustota porostů se příznivě projeví ve zlepšení podmínek prostředí, zejména zvýšeným přísunem srážek pod porost. Doba prvních zásahů je vymezena úsekem, kdy lze v porostu rozpoznat nežádoucí (netvarné) jedince a kdy dochází k zapojování porostů (věk 7 - 9 let, na bohatších stanovištích dříve, na chudších později).

Další výchovné zásahy směřují především do podúrovně a stromy předrůstavé se odstraňují pouze výjimečně. Škody abiotickými činiteli jsou v borových porostech méně významné než v porostech smrkových. Důvodem je hlubší kořenový systém borovice a minimální výskyt mokrého sněhu v oblastech typických pro borové porosty. Kladný efekt zlepšení olistění ve vychovávaných porostech, pozorovaný u smrku, je u borovice mnohem méně výrazný.

Pozitivně lze vývoj borových porostů ovlivnit pouze silnějšími zásahy v mladém věku, tj. ve fázi zapojujících se mlazin, kdy má uvolnění zápoje stimulační vliv na tloušťkový přírůst a statickou stabilitu porostů. Výchovné programy jsou diferencovány podle kvality porostů. Navrženy jsou dva modely výchovy: model pro porosty kvalitní a model pro porosty nekvalitní (PAŘEZ, CHROUS, 1988).

3.7.1. Kvalitní borové porosty

První výchovný zásah se provede při horní porostní výšce 5 metrů. Porost se rozčlení na pracovní pole a odstraní se netvarné předrostlíky. Prvním zásahem by měla být snížená hustota porostu až na ca 5 500 jedinců na jeden hektar (obr. 4a). Tento první zásah je možné provést v porostech s pravidelným sponem kombinovaně, odstraněním každé čtvrté

řady, s individuálním výběrem ve zbývajících třech ponechaných řadách na požadovaný počet.

Dalším zásahem při $h_o=10$ m (ca po 6 – 10 letech) se hustota porostu sníží negativním výběrem v podúrovni, na 3 500 stromů. Další podúrovňové zásahy s negativním výběrem následují při horní porostní výšce přibližně 17 až 22 m (tj. asi v 10 – 15letých periodách). Těmito zásahy jsou postupně eliminovaný ustupující jedinci a nemělo by při nich dojít k výraznějšímu porušení zápoje, tj. výčetní základna G, by neměla klesnout pod hodnoty pro hlavní porost uváděné v růstových tabulkách (ČERNÝ et al. 1996).

3.7.2. Méně kvalitní borové porosty

Méně kvalitní borové porosty je potřebné po celou dobu pěstování udržovat ve větší hustotě. Výchovny program má také delší pěstební periody a celkově předpokládá, menší intenzitu výchovy. V porostech s pravidelným sponem lze při prvních zásazích výhodně využívat schematizace.

V méně kvalitních borových porostech se první výchovny zásah provede stejně jako v kvalitních porostech při $h_o = 5$ m. Po rozčlenění porostu je možné schematicky odstranit každou třetí řadu a zásah dokončit individuálním výběrem netvárných a méně vitálních jedinců. Hustota porostů se po prvním zásahu sníží na ca 6 500 stromků na 1 ha. Další podúrovňové zásahy s negativním individuálním výběrem následují při h_o 15 a 25 m (tj. asi po 15 letech). Hlavním kritériem selekce zůstává kvalita kmene a postavení stromu v porostu. Po navrhovaných zásazích zůstává v porostech vyšší počet jedinců ve srovnání jak s tabulkami, tak i s modelem pro porosty kvalitní.

3.7.3. Borové porosty se zanedbanou výchovou

Za borové porosty se zanedbanou výchovou se považují porosty, ve kterých nebyl proveden silný výchovný zásah do horní porostní výšky $h_o = 10$ m (tj. přibližně do 15 let věku).

V těchto porostech již nelze zápoj výrazněji rozvolňovat, protože silnější zásahy by mohly ohrozit produkční základnu. Navíc se vynechání výchovy, zejména prvního zásahu, při kterém se odstraňují netvarní předrostlíky, výrazně a většinou nenapravitelně projeví zhoršením kvality celého porostu. V takto pěstebně zanedbaných porostech je nutno postupovat slabými podúrovňovými zásahy se zkrácenou pěstební periodou (interval 5 – 7 let). V zanedbaných, avšak geneticky kvalitních porostech je možno při $h_o =$ cca 17 až 20 metrů (věk kolem 30 let) postupně uvolňovat vitálnější jedince pozitivním výběrem v úrovni a nadúrovni.

3.8. Charakteristika HS 13 – Hospodářství přirozených borových stanovišť

SLT:

- základní 0 – 1M, 0N, 0K
- alternativní – 0Q, 0P, 0O, 0C

Stanovištní charakteristika:

- smrkové bory, borové smrčiny, hadcové bory, chudé bory, kyselé bory, borové doubravy až svěží jedlobukové
- bory na písčítých, podzolovaných až oglejených půdách a hadcových půdách v oblastech písčítých sedimentů, štěrkopískových teras, na svazích, v úžlabinách a roklích
- významná fce infiltrační
- porosty podprůměrné až průměrné produkce

Výchova:

- provádí se pouze 1 – 2 prořezávkové zásahy zaměřené na úpravu druhové skladby, zejména podporou přimíšených MZD
- negativní výběr obrostlíků a předrostlíků v BO a DB v úrovni a nadúrovni
- do podúrovně se s výjimkou SM skupin nezasahuje
- probírkové zásahy se provádí s delšími intervaly (10 – 15 let), ve SM porostech lze intervaly prodloužit až na 20 let
- dále se provádí postupné uvolňování korun cca 200 – 250 cílových stromů na 1 ha, podporují se veškeré přimíšené listnaté dřeviny pro dosažení cílového zastoupení MZD
- k těžbě se vyznačují stromy poškozené, nemocné, netvárné a stromy, které utlačují koruny vybraných cílových stromů

Obnova:

- při obnově je nutné maximálně využít přirozené obnovy všech geneticky vhodných dřevin
- u stabilních nepoškozených porostů, u nichž dosud nejsou vytvořeny podmínky pro přirozenou obnovu je žádoucí odsunutí počátku obnovy s postupným vytvářením podmínek pro její realizaci (seč přípravná)
- přirozená obnova se realizuje okrajovou clonnou sečí nebo prostou okrajovou sečí – násekem, v odůvodněných případech i holou sečí s ponecháním semenných výstavků
- nekvalitní a poškozené BO porosty či nevhodné (labilní a poškozené) SM porosty se obnovují pruhovou sečí, holou sečí s ponecháním výstavků nejkvalitnějších borovic pro nasemenění
- úspěšná přirozená obnova BO vyžaduje kvalitní a včas provedenou přípravu půdy, nejlépe naoráním postup obnovy od V, SV a JV

Pěstební intenzita:

- průměrná až podprůměrná

4. Metodika

Diplomová práce, jako součást projektu MZe - *Zvyšování adaptability borového hospodářství v podmínkách České republiky 2002 – 2018*, vyžadovala detailní přípravu technologického postupu prací harvesterové technologie. Přípravné práce začali v ročním předstihu před samotnou realizací těžby.

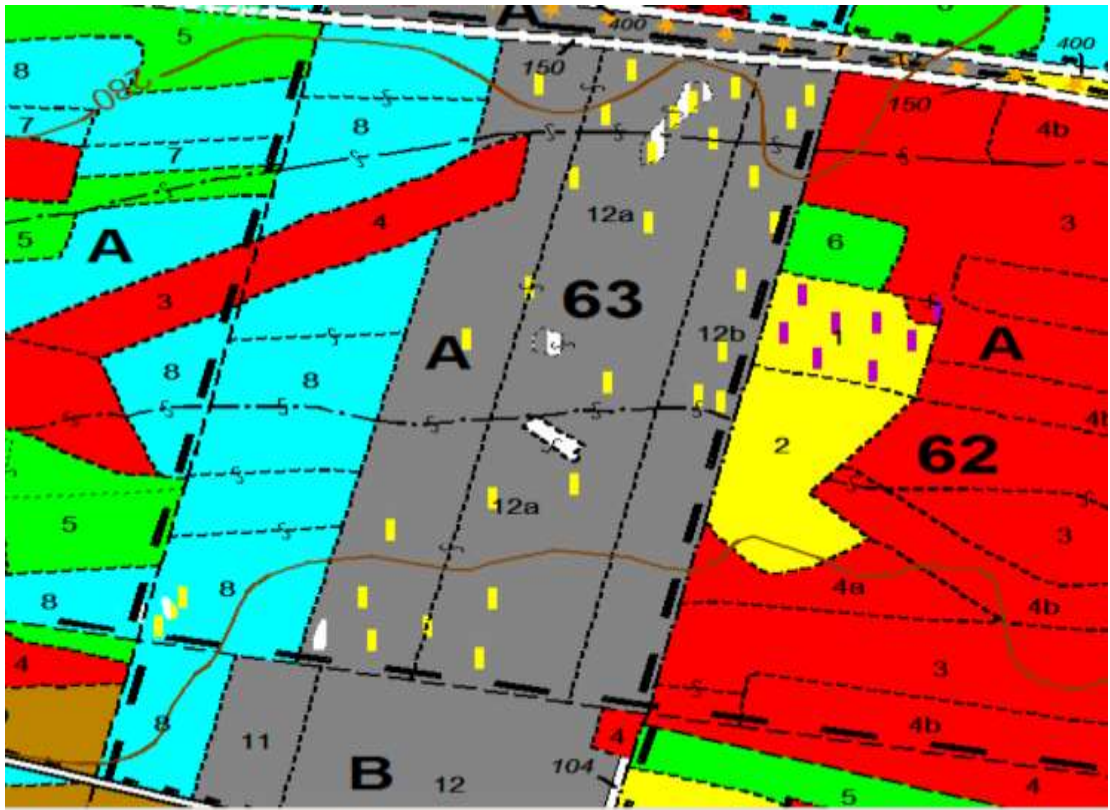
4.1. Metodika výběru prostředí

Porosty v kterých probíhalo snímkování pracovních operací, patří do bývalého VVP Ralsko. Pozemky zde obhospodařují Vojenské lesy a statky, státní podnik, divize Mimoň, LS Břehyně – LHC Břehyně. Pro splnění podstaty projektu MZe byly vybrány porostní skupiny rostoucí na hospodářském souboru 13, přirozená borová stanoviště s charakteristickými lesními typy 0K a 0M, na kterých je zastoupení borovice 72% (UHUL, 2015). Celková výměra lesních typů 0K a 0M v rámci LHC Břehyně je 2747,92 ha co tvoří 52,64% LHC. Z hlediska klimatických poměrů náleží území LHC Břehyně k přechodné oblasti středoevropského klimatu s mírným létem a poměrně mírnou zimou. Charakteristickým znakem území jsou krátkodobé extrémní výkyvy. Průměr ročních srážek činí cca 635 mm, ve vegetačním období 364 mm. Průměrná roční teplota činí 7,3°C, ve vegetačním období 14 °C. Pedologické a geologické poměry charakterizuje český útvar křídový. Jeho podloží je na většině území tvořeno kvádrovými pískovci s minimem minerálních živin. Kvádrové pískovce mají vysoký obsah SiO₂ s poměrně častým překryvem sprašových hlín. Zvětváním vzniklé půdy na LHC jsou převážně lehké a propustné písčité až hlinitopísčité, náchylné na degradaci, typu středních až silných podzolů. Vyznačují se nízkým obsahem vápníku a hořčíku, čeho následkem jsou kyselé. Území VVP Ralsko patří do přírodní plošné oblasti (PLO) – 18 Severočeská pískovcová

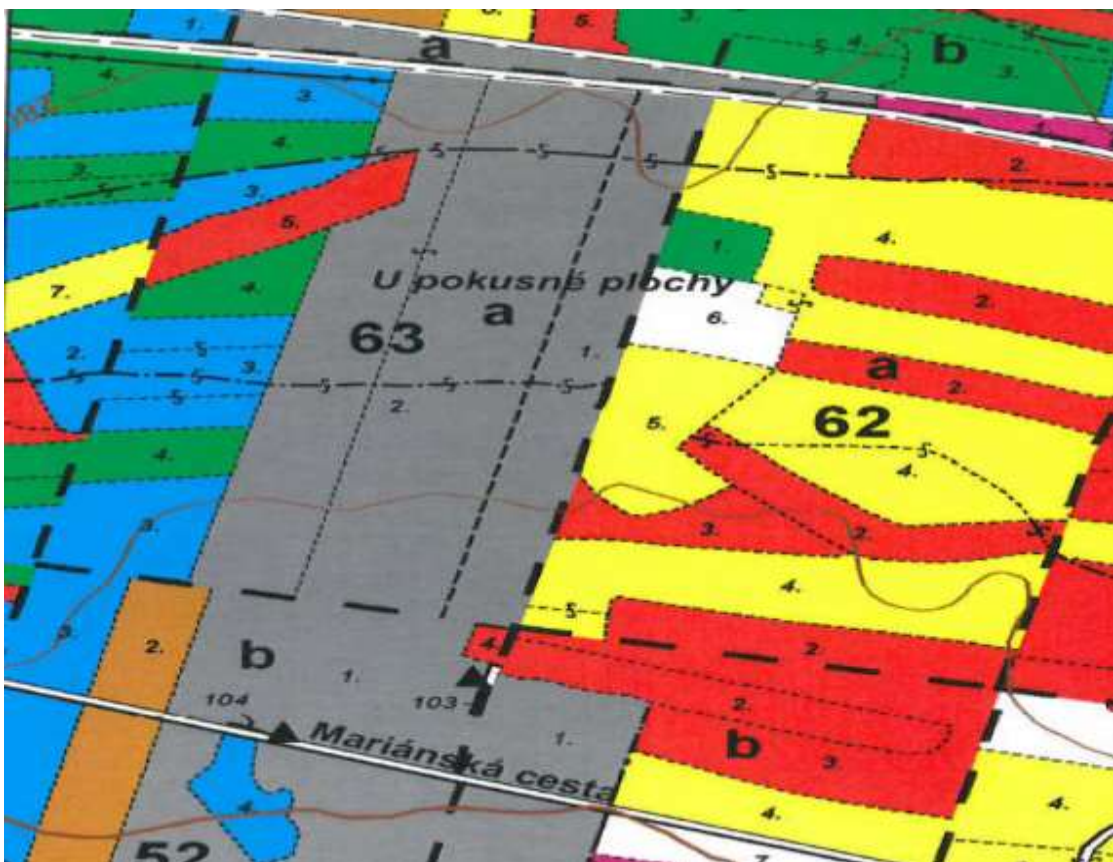
plošina a Český ráj s celkovým plošným zastoupením borovice 65% (UHUL, 2015). Označení LHC je 15216, přičemž číslice 16 označuje rok počátku platnosti LHP (1. 1. 2016 – 31. 12. 2025). Divize Mimoň nevlastní harvestorový uzel, proto je těžba harvestorovou technologií předmětem veřejných výběrových řízení. Terénní podmínky pro využití harvestorů jsou zde optimální a harvestory je možné využít na cca 80% území LHC Břehyně. V období realizace projektu měla zakázku na těžbu dříví, přidělenou firma RM Forest s. r. o, která na divizi Mimoň disponovala dvěma pracovními uzly. Jednalo se o harvestory ROTTNE H14 a H8 4WD s vyvážecími soupravami ROTTNE. V rámci divize Mimoň prováděla těžební činnost na čtyřech lesních správách, proto bylo potřebné vytvoření časového harmonogramu pohybu velkého harvestorového uzlu ROTTNE H14B po jednotlivých správách s dostatečným předstihem. Vývoj těžeb pomocí harvestorové technologie je od roku 2014 značně omezen, vzhledem ke kůrovcové kalamitě na divizi Lipník nad Bečvou. Výběr porostů byl prováděn za účasti pedagogů s FLD ČZU v Praze.

4. 2. Metodika sběru dat – první etapa.

V první etapě výzkumu bylo zvoleno oddělení pod novým označením 63 A 012a, 63 A 012b. Označení v předcházejícím plánu bylo 63a01 a 63a02. Výřezy map jsou zobrazeny na obr. č. 12 a obr. č. 13. V předcházejícím LHP mělo toto oddělení příznačný název „U Pokusné plochy“, čeho výsledkem je pravděpodobně výskyt Borovice Banksové (*Pinus banksiana*, Lamb). S opisu porostu (tab. č. 4 a tab. č. 5) v hospodářské knize lze určit výměru oddělení, lesní typ, terénní typ a další charakteristiky daného oddělení



Obr. č. 12: Mapa oddělení 63A12a, 63A12b, nové označení (PDS PRoPlá).



Obr. č. 13: Mapa oddělení 63a01,63a02 v předcházejícím LHP, staré značení (PDS PRoPlá)

Tab. č. 4.:Výpis hospodářské knihy oddělení 63A12a (autor, PDS PRoPla, 2017)

Strana:	1	LO:	18 <small>Správní územní jednotka (plocha a Čestý)</small>	LHC:	15216	Platnost:	1.1.2016-31.12.2025	ORG_UR3:	Bezděz	Plocha:	25,21	Oddělení:	63											
Kategorie/překryv:	10	Zvl.St.:		Pásmo ohrož.:	D	ORG_UR1:	Mimoň	ORG_UR2:	Břehyně	Plocha:	25,21	Dílec:	A											
Popis dílce:											Porost:	a												
Exp.:zvlněná rovina. III. zóna CHKO. Ptačí oblast Českolipsko - Dokeské pískovce a mokřady.											Kód majetku:	1												
Dřevina	Zastoupení [%]	Výčetní Hrouštna [cm]	Výška [m]	Obj. střed. kmene ULT [m³ b.k.]	Bonita absolutní	Bonita relativní 3/2008 Sb.	Fenotypová třída	Poškození		Imise	Zásoba [m³ b.k.]			Těžba výchovná			Těžba obnovní		Prořezávky		Zalesnění			
								Druh	%		Na 1 ha pl.et.	Souše	Celkem	Naléh.	Násob.	Plocha [ha]	Objem [m³]	Objem na 1 ha [m³]	Plocha [ha]	Objem [m³]	Naléh.	Násob.	Plocha [ha]	Druh
Porostní skupina: 12a Plocha por. sk.: 12,6 Les. typ: OK4 LVS: ORP: 5101 - Česká Lípa Ter. typ: 11 Název KÚ: Bezděz													Popis por. sk.: Kmenovina,všestranně diferencovaná(19-25m),nepravidelně rozvolněného zápoje s výskytem zmlazení BO. DTO:TO vev 2 částech na HS 133.											
Etáž:	12a	Parc. plocha etáže:	12,6	Skut. plocha etáže:	12,6	Hosp. soubor:	133	Věk:	115	Zakmenění:	8	Model. těž.:	25%	Obmýtlí/ obn. doba:	130 / 20	Mei. a zpev. dřev.:	10%							
BO	95	29	22	0,59	22	5	C		0	253	3182		0		923						BO	90	3,29	
BKS	5	24	18	0,34	18	7	C		0	10	125		0		36						BR	5	0,18	
																						DB	5	0,18
Celkem	100									263	3307		0		3,65	959		0	0	3		100	3,65	

Tab. č. 5.: Výpis hospodářské knihy oddělení 63A12b (autor, PDS PRoPla, 2017)

Strana: 1	LO: 18	LHC: 15216	Platnost: 1.1.2016-31.12.2025	ORG_UR3: Bezděz	Plocha: 25,21	Oddělení: 63																			
Kategorie/plěkryv: 10	Zvl.St.:	Pásmo ohrož.: D	ORG_UR1: Mimouň	ORG_UR2: Břehyně	Plocha: 25,21	Dílce: A																			
Popis díle: Exp.:zviněná rovina. III. zóna CHKO. Ptačí oblast Českolipsko - Dokeské pískovce a mokřady.						Porost: a																			
						Koef. 1																			
Dřevina	Zastoupení [%]	Mycetná tloušťka [cm]	Mýčka [m]	Obj. střed. lemné ULT [m³ b.k.]	Bontita absolutní	Bontita relativní 3/2000 [b.]	Fenologická třída	Poškození		Zásoba [m³ b.k.]			Těža výchovná			Těža obnovní		Prořezávky		Zalesnění					
								Druh	%	Na 1 ha pl et	Souše	Celkem	Naléh	Násob	Plocha [ha]	Objem [m³]	Objem na 1 ha [m³]	Plocha [ha]	Objem [m³]	Naléh	Násob	Plocha [ha]	Druh	Dřevina	Zast. [%]
Porostní skupina 12b		Plocha por. st. 3,86		Les. typ 0M2	LVS	GRP	5101 - Česká Lipa			Ter. typ 11	Název KÚ: Bezděz														
Popis por. st. Kmenovina, dosti tloušťkově i výškově diferencovaná(21-26m), nepravidelného zápoje s výskytem zmlazení BO, SM DTO:Dle HS 133.																									
Etáž 12b	Parc. plocha etáže: 3,86		Skut. plocha etáže: 3,86		Hosp. soubor: 133	Věk: 116	Zakmenění: 8	Model sáz.: 25%	Obmytí / obn. doba: 130 / 20		Měl. a zper. dřev.: 10%														
BO	100	30	24	0,68	24	4	C			0	300		1158			0						BO	90	1,63	
																							BR	5	0,09
																							DB	5	0,09
Celkem	100										300		1158			0		1,81	543		0	0	3	100	1,81

Z mapového podkladu (obr. č. 12), je viditelné přirozené zmlazení borovice pod mateřským porostem, co bylo jedním s kritérií na výběr porostů. Byl to předpoklad na možnost přirozené obnovy pod mateřským porostem. Podrost byl však před zahájením těžby odstraněn JMP. Od 1. 1. 2016 je možné věk porostu odečíst přímo s mapy dle označení, např. 63A12a – věk porostu je cca 120 let. Skutečný věk je uveden v hospodářské knize.

Charakter porostů byl volen s ohledem na další postup výzkumu adaptability borovice lesní, teda přirozenou obnovu borovice. Následně bylo projektováno rozdělení objemů těžeb. Ta byla rozdělena na holosečnou těžbu a clonné seče, s předpokládaným objemem 950 m³ co by tvořilo 21,27 % zásoby porostů. Čtyři pruhy o šířce 60 metrů a délce 250 metru tvoří plochu 6 ha, z této výměry připadlo 1,5 ha na holinu s uvedenými rozměry.

Následovalo vyznačení jednotlivých stromů k těžbě v pruhách, kde mělo dojít ke snížení zakmenění. Pruh, kde mělo dojít ke snížení zakmenění na hodnotu 0,3, byl vyznačen na jižní straně oddělení. Následující pruhy pokračovali směrem na sever, postupně 0,7, 0,5 a holina. V případě pruhu se sníženým zakmeněním na hodnotu 0,3 nebylo nutné přihlížet na následné možnosti pohybu harvesterové technologie, protože bylo evidentní, že plocha bude spíš připomínat holinu s ponecháním výstavků. Předpokládaný rozestup zůstávajících jedinců měl mít hodnotu 12 – 15 metrů. Následoval pruh se snížením zakmenění na hodnotu 0,7. Zde už bylo potřeba uvažovat při značení zásahu s potřebnými linkami na pohyb harvestoru po porostu, případně náhradními jedinci za nutně vytěžené stromy. Porost se zakmeněním 0,5 po vyznačení vykazoval dostatek místa na pohyb harvestoru, takže nebylo nutné uvažovat o linkách. Stromy v clonné seči byly vyznačeny oranžovým a zeleným sprejem ze třech stran. Hranice holiny byly vyznačené po obvodu bílou barvou.

Bylo dohodnuto se zástupcem firmy RM Forest, konzultování případné potřeby vytěžení neoznačeného jedince, s čím souhlasil, stejně tak i operátor harvestoru. Těžební zásah bylo nutné vykonat

v dostatečném předstihu, protože po těžbě následovala příprava půdy s následným pozorováním opadu semene a přirozené obnovy borovice. Plán pohybu harvestoru byl splňován bez vážnějších komplikací, takže v únoru roku 2016 byl harvestorový uzel připraven na realizaci těžby v uvedeném oddělení.

Po obeznámení operátora s postupem těžby jsem na žádost operátora poskytl k nahlédnutí list – snímek pracovních operací operátora harvestoru, které byly použity i při zpracování výkonových norem pro harvestory a vyvážecí traktory podle výkonových tříd strojů a výrobních podmínek (Dvořák, 2011). Podstatou snímkování pracovních operací je zjistit časovou náročnost jednotlivých operací harvestoru vzhledem k daným podmínkám. Stav porostu po vykonaném zásahu s jasně viditelnými pruhy je zobrazený na obr. č. 14.

V rámci této diplomové práce byly jednotlivé úseky pracovní operace těžby dříví harvestorem stanoveny následovně:

Jízda stroje do nového postavení (t Δ 121) – od započetí pohybu stroje z původního postavení do zastavení v novém pracovním postavení, včetně všech pojezdů potřebných k umístění stroje do nové pracovní pozice.

Přisunutí těžební hlavice (t Δ 122) – od zahájení manipulace s hydraulickým jeřábem

Sevření a pokácení stromu (t Δ 123) - uchopení stromu až k jeho odříznutí a pokácení, tento úsek končí pádem stromu na zem, respektive zahájením zpracování stromu (popřípadě zahájením zpracování stromu před ukončením pádu)

Zpracování kmene (t Δ 124) – manipulace se stromem po jeho pádu na zem, odvětvení, sortimentace, uložení výřezů, tento úsek končí uložení hydraulického jeřábu do polohy pro jízdu.

Měření je potřeba vykonávat v 90 minutovém intervalu v dopolední směně a 90 minut v odpolední směně. Na začátek měření jsem zjišťoval informace o operátorovi a použitém harvestoru ROTTNE H14.

Operátor měl 17 let odpracovaných na harvestorech různých výrobců a u různých zaměstnavatelů. Informace o harvestoru ROTTNE H14 jsou uvedeny v příloze č. 1. K měření jsem použil digitální kalibrovaný časový přístroj, který je možné nahradit i mobilním telefonem s funkcí stopek - měření okruhů.

Měření jsem zahájil 8. 2. 2016 ve 12 : 15 hod. Před samotným měřením jsem se ještě domluvil s operátorem na metodice měření a na nejdůležitější součásti, kterou je dodržování bezpečnosti při práci, co znamená v tomhle případě bezpečný odstup od harvestoru, samozřejmě byla ochranná přilba.

Důležité je domluvit se předem na postupu a pravidlech pohybu v okolí harvestoru, jednak aby byl dostatečný výhled na jednotlivé operace se strany měřitele a samozřejmě aby se operátor mohl plně soustředit na práci. Vytvořením těchto pravidel bylo docíleno přirozeného postupu operátora, co je velmi důležité. Při měření jsem pozoroval postup operátora, nejenom časový, ale také pracovní. Tím jsou myšleny jeho reakce na vzniklou situaci a její řešení. Na operátorovi byly vidět zkušenosti, rozvážnost při práci a rychlé rozhodovací schopnosti.

Těžba dříví byla zahájena na holině. Kopie snímků pracovních operací operátora z holoseče, jsou uvedeny v příloze č. 2. Následující den pokračovala těžba dříví v prvním pruhu clonné seče, kde se snižovalo zakmenění na 0,3. Jak už jsem uvedl, pruh už po vyznačení stromů k těžbě, připomínal holinu s ponecháním výstavku, co se ukázalo a potvrdilo po vykonaném zásahu. Před samotným zahájením těžby jsem upozornil operátora na, pokud možno minimální poškození zůstávajících stromů na ploše. Operátor viditelně dbal na tyto stromy a přizpůsobil jim i postup těžby.

Při snímkování pracovních operací při snižování zakmenění na 0,5 a 0,7 bylo nutné změnit směr pohybu harvestoru ve směru jih – sever, protože po předcházející obhlídce porostu a při zamýšlené trase linek ve směru východ – západ, by došlo k zbytečnému nadměrnému poškození okolitých zůstávajících stromů.

Změna nastala i v způsobu měření, protože bylo nutné po vytěžení posledního označeného stromu v zakmenění 0,5 přerušit práci na zjištění objemu zpracovaného dřeva podle měřicího zařízení harvestoru. Obdobně tomu bylo také ve sníženém zakmenění na 0,7, když postupoval harvestor směrem sever – jih. Výstupy s měřicího zařízení harvestoru jsou uvedeny v příloze č. 3 a ostatní snímky pracovních operací jsou uvedeny v příloze č. 4.

Pro porovnání časových snímků jsem pořídil i snímky se zpracováním nahodilé kůrovcové těžby smrku a borovice po požáru, snímky nebyly vyhodnoceny, kvůli celkovému času měření 45 min. V jednom případě mi měření nebylo umožněno, kde se jednalo o zpracování kůrovcem napadené hmoty většího rozsahu o objemových charakteristikách podobných ve výzkumné ploše – v oddělení 63A12a, 63A12b.

Při pořizování snímků pracovních operací harvestoru jsem zaznamenával časovou náročnost nejen operací harvestoru, ale také spotřebu času na vzniklé situace, jako například výměny řetězů, kalibraci harvestorové hlavice, výměny lišt, biologické potřeby operátora, konzultace s nadřízeným, lesním, ale také čas na údržbu harvestoru a jeho součástí – přemazání hlavice, jeřábu, výměny hadic spojené s nutností navštívit odbornou firmu v České Lípě a jiné úkony, které se projeví v celkové výkonnosti harvestoru a operátora.

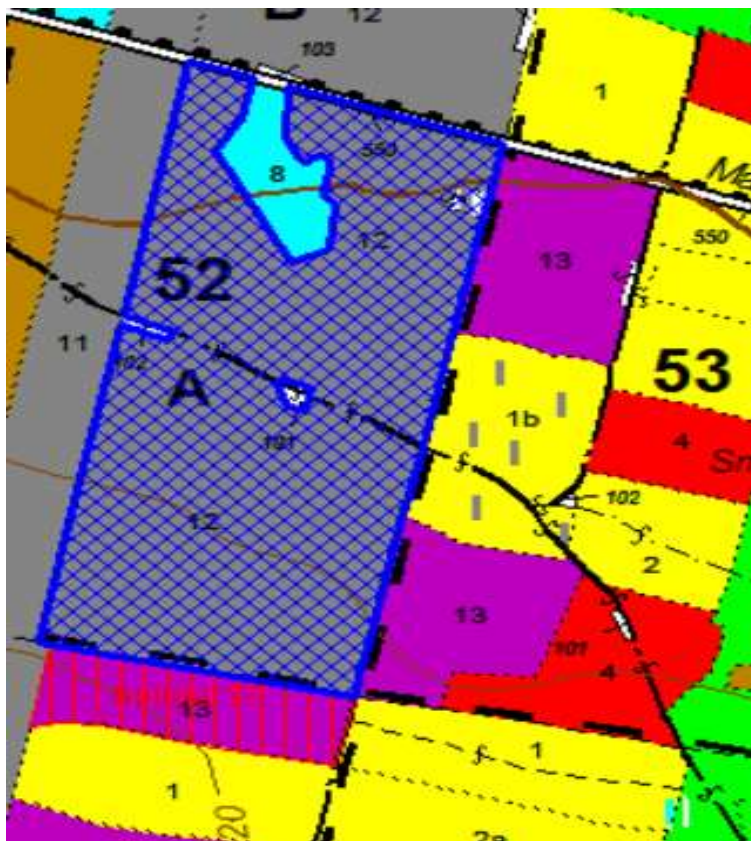


Obr. č. 14: Letecký snímek oddělení 63A12a, 63A12b po vykonaném zásahu. GPS: 50.5631692N, 14.7250353E (Redakčně upravená zpráva, 20016)

4. 3. Metodika sběru dat – druhá etapa.

V druhé etapě pokračování výzkumu byly vybrány, stejným způsobem a principem vyznačeny, oddělení 41A13 a 52A12 (obr. č. 15). Data výpisu hospodářské knihy jsou uvedené pro oddělení 41A13 v tab. č. 6 a pro oddělení 52A12 v tab. č. 7.

Oddělení 41A13 bylo vybráno na provedení holoseče a v oddělení 52A12 byly provedeny clonné seče. Postup plánování a příprav byl stejný jako v případě oddělení 63A12a, 12b.



Obr. č. 15: Mapa oddělení 41A13 s holinou a 52A12 (autor, PDS PRoPla, 2017)

Při realizaci však došlo k nečekanému opoždění harvestorového uzlu s důvodu personálních změn na vyvážecím traktoru a rozsáhlejší poruše harvestoru. V mezi období se změnil také operátor harvestoru, který v době realizace druhé etapy disponoval praxí jenom 7 měsíců. Operátor byl přemístěn s vyvážecího traktoru ROTTNE na harvestor ROTTNE H14.

Absence víceleté praxe měla za následek pozorovanou značně nižší kvalitu zpracování kmenů, častou nerozhodnost při sortimentaci výřezů, větší namáhání stroje, omezenou zručnost v těžbě objemnějších jedinců, jako i v směru těžby. Operátor postupoval zásadně jenom ve směru západ – východ, takže po dokončení linky se vracel zpátky na opačnou stranu porostu, což byla velká časová zátěž bez výkonu. Při realizaci těžby v tomto případě bylo docíleno obstarání výstupů z jednotlivých clonných sečí osobitě (příloha č. 5).

Tab. č. 6: Výpis hospodářské knihy oddělení 41A13 (autor, PDS PRoPla 2017)

Strana: 1	LO: 18 <small>Savitrozměrná pískovcová plošina a ČAMP</small>	LHC: 15216	Platnost: 1.1.2016-31.12.2025	ORG_UR3: Bezděz	Plocha: 26,58	Oddělení: 41																			
Kategorie/překryv: 10	Zvl.St.:	Pásmo ohrož.: D	ORG_UR1: Mimoň	ORG_UR2: Břehyně	Plocha: 18,44	Dílec: A																			
Popis dílce: Mírné "SV" - "SZ" svahy, rovina. III. zóna CHKO Kokofínsko - Máchův kraj. Ptačí oblast Českolipsko - Dokeské pískovce a mokřady.						Porost: a																			
						Kód majetku: 1																			
Dřevina	Zastoupení [%]	Výčetní hlouštka [cm]	Výška [m]	Obj. střed. kmene ULT [m³ b.k.]	Bonita absolutní	Bonita relativní 3/2008 Sb.	Fenotypová třída	Poškození		Zásoba [m³ b.k.]			Těžba výchovná				Těžba obnovní		Prořezávky			Zalesnění			
								Druh	%	Imise	Na 1 ha pl.et.	Souše	Celkem	Naléh.	Násob.	Plocha [ha]	Objem [m³]	Objem na 1 ha [m³]	Plocha [ha]	Objem [m³]	Naléh.	Násob.	Plocha [ha]	Druh	Dřevina
Porostní skupina: 13		Plocha por. sk.: 8,18		Les. typ: OK4	LVS: 3	ORP: 5101 - Česká Lípa	Ter. typ: 11	Název KÚ: Bezděz																	
Popis por. sk.: Kmenovina, diferencovaná, nepravidelně rozvolněná, zčásti s podrostem SM, BR, BO. LT 3K5. BK, DB, BR+ Smýtí tři seče. DTO:TO ve více částech na HS 133.																									
Etáž: 13	Parc. plocha etáže: 8,18	Skut. plocha etáže: 8,18	Hosp. soubor: 133	Věk: 123	Zakmenění: 8	Model. těž.: 67%	Obmýti/ obn. doba: 130 / 20	Mel. a zpev. dřev.: 10%																	
BO	97	33	25	0,85	24	4	C			0	308		2524			0		1097				BO	90	3,20	
SM	3	33	27	0,99	26	4	C			0	13		105			0		45				BR	5	0,18	
																						DB	5	0,18	
Celkem	100										321		2629			0		3,56	1142		0	0	3	100	3,56

Tab. č. 7: Výpis hospodářské knihy oddělení 52A12 (autor, PDS PRoPIa, 2017)

Strana: 1	LO: 18 <small>Selivská a národní parky a přírodní památky a Černý</small>	LHC: 15216	Platnost: 1.1.2016-31.12.2025	ORG_UR3: Bezděz	Plocha: 26,46	Oddělení: 52																				
Kategorie/překryv: 10	Zvl.St.:	Pásmo ohrož.: D	ORG_UR1: Mimoň	ORG_UR2: Břehyně	Plocha: 20,14	Dílec: A																				
Popis dílce: Rovina, mírný "SZ" - "SV" svah. III. zóna CHKO Kokořínsko - Máchův kraj. Ptačí oblast Českolipsko - Dokeské pískovce a mokřady.						Porost: a																				
						Kód majetku: 1																				
Dřevina	Zastoupení [%]	Výčetní tloušťka [cm]	Výška [m]	Obj. střed. kmenů ULT [m³ b.k.]	Bonita absolutní	Bonita relativní 3/2008 Sb.	Fenotypová třída	Poškození		Imise	Zásoba [m³ b.k.]			Těžba výchovná			Těžba obnovní		Prořezávky			Zalesnění				
								Druh	%		Na 1 ha pl.et.	Souše	Celkem	Naléh.	Násob.	Plocha [ha]	Objem [m³]	Objem na 1 ha [m³]	Plocha [ha]	Objem [m³]	Naléh.	Násob.	Plocha [ha]	Druh	Dřevina	Zast. [%]
Porostní skupina: 12												Plocha por. sk.: 11,64		Les. typ: OK4		LVS:		ORP: 5101 - Česká Lípa		Ter. typ: 11		Název KÚ: Bezděz				
Popis por. sk.: Kmenovina, diferencovaná, nepravidelně rozvolněná. "J" vyšší. Místy podrost SM a BO. Věk 105-119. BR,BKS,BL+ Seč ve stř. části. DTO:Die HS 133.																										
Etáž: 12		Parc. plocha etáže: 11,64			Skut. plocha etáže: 11,64			Hosp. soubor: 133		Věk: 112		Zakmenění: 8		Model. těž: 25%		Obmýtí / obn. doba: 130 / 20			Mel. a zpev. dřev.: 10%							
BO	98	30	23	0,65	22	5	C			0	277		3228				0					BO	90	1,80		
SM	2	28	25	0,68	24	5	C			0	7		88				0					BR	5	0,10		
																						DB	5	0,10		
Celkem	100										284		3316				0		2	570		0	0	3	100	2,00

4. 4. Metodika vyhodnocování snímků pracovních operací harvestoru.

K vyhodnocování snímků pracovních operací operátora harvestoru byl použitý SW Microsoft Office Excel 2016 se svými funkcemi. Časově nejnáročnější je samotné vyhodnocování, co tvořilo zadání naměřených dat do tabulek, samostatně pro každé stupně zakmenění a holiny. Naměřené hodnoty je potřebné jednotkově sjednotit, kvůli dosažení správních výsledků. Na listech, kde byly zaznamenávány naměřené hodnoty, je uváděn naměřený čas ve formátu minuty – vteřiny – setiny aby byl ušetřený čas. Jednalo o hodnoty zpracování kmene, především při nějaké komplikaci při zpracování kmene, přestávky při komunikaci s vedoucím pracovníkem, výměny řetězů, lišt. Na snímku je uvedená poznámka, proč k danému časovému prodlení došlo.

Po zadání všech naměřených hodnot do tabulek podle stupně zakmenění, byly vypočítány průměrné hodnoty. Vypočtené průměrné hodnoty časové náročnosti jednotlivých operací jsou rozdělené pro každého operátora zvlášť, stejně tak i porovnání s výkonovými normami a zhodnocení práce jednotlivých operátorů.

5. Výsledky

5.1. Vyhodnocení operátora č. 1.

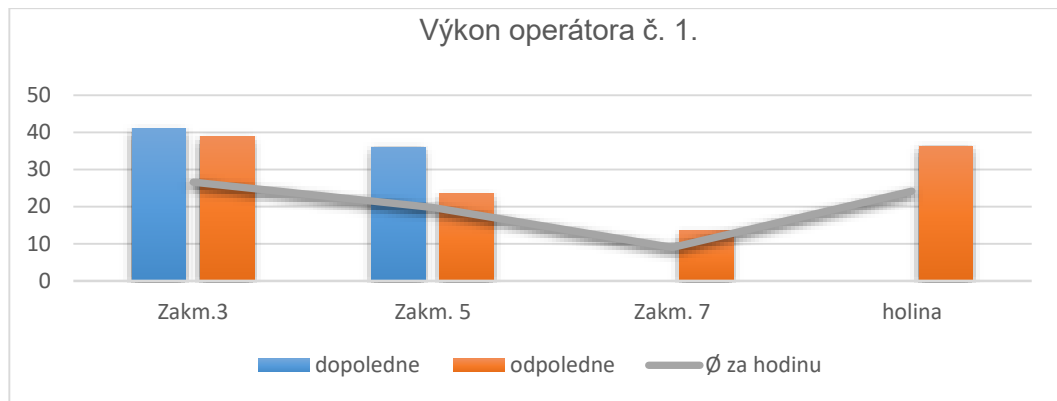
Časové hodnoty naměřených údajů pro prvního operátora jsou uvedeny v tab. č. 8. Zaznamenané množství vyrobené dřevní hmoty v průběhu snímkování je uvedené v tab. č. 9.

Tab. č. 8.: Průměrná časová náročnost na jednotlivé operace – operátor č. 1.

Operace	T_{A121} jízda HA do postavení (s)	T_{A122} přisunutí těžební hlavice (s)	T_{A123} sevření a pokácení stromu (s)	T_{A124} zpracování kmene (s)	\emptyset Počet řezů	\emptyset Celkový čas	\emptyset Hmotnatost
Na holině	6,00	3,93	6,45	41,03	1,85	53,36	0,42
Zakmenění 0,3	6,83	4,08	7,94	38,75	1,8	55,83	0,48
Zakmenění 0,5	6,59	4,17	5,89	38,65	1,35	52,99	0,42
Zakmenění 0,7	6,6	4,8	5,77	34,43	1,24	49,82	0,42
\emptyset	6,51	4,25	6,51	38,22	1,56	53,00	0,42

Tab. č. 9.: Množství vyrobené hmoty za 90 min v jednotlivých způsobech – operátor č. 1.

Výkon (m ³) operátora č. 1	Zakm. 0,3	Zakm. 0,5	Zakm. 0,7	holina
dopoledne	40,92 m ³	35,98 m ³	neměřeno	neměřeno
odpoledne	38,83 m ³	23,42 m ³	13,5 m ³	36,28 m ³
\emptyset za hodinu	26,58 m ³	19,8 m ³	9 m ³	24,19 m ³



Graf č. 1: Výkon operátora č. 1 v průběhu snímkování.

Celkové množství vyrobené hmoty je 873,61 m³. Dle výstupu měřícího zařízení spolu s doplacením dříví po obdržení přejímek, bylo vyrobeno 405,60 m³ v holosečném hospodářském způsobu a 468,01 m³ v clonných sečích. Výkon harvestoru v jednotlivých stupních zakmenění (graf č. 1) poukazuje na větší kvalitu porostu v pruhu, kde došlo ke snížení zakmenění na hodnotu 0,3. Průměrná hmotnost zde dosáhla hodnotu 0,48 m³/ks. Další hodnotu, kterou je na první pohled vidět z grafu je výkonnost operátora v dopolední části měření i když s důvodu pracovních povinností jsem neprovedl měření výkonu v dopolední směně na holině a při snížení zakmenění na hodnotu 0,7. Postupné snižování objemu vyrobeného dříví způsobil druh těžby, protože k dosažení postupného snížení zakmenění byly vyznačovány jedince hlavně v podúrovni.

Náklady na výrobu dříví harvestorovou technologií u VLS ČR s. p. uvádět kvůli porušení výrobního tajemství nebudu, jelikož se jedná o předmět smlouvy v rámci veřejných zakázek na určité období.

Počítám s vysoutěženou cenou 300 Kč/m³, přičemž cena za m³ je odlišná při těžbě v holosečném hospodářském způsobu od ceny těžby v clonné obnově. Náklady na výrobu dříví na odvozní místo při uvažované ceně 300 Kč/ m³, by činili 262 083 Kč. Vývoj cen dříví v roce 2016 a procentuální podíl sortimentů borovice v oddělení 63A12a a 63A12b je následovný.

Cenné výřezy s označením 112, tvořili cca 7% objemu vyrobeného dříví, co je cca 64 m³. Při průměrné ceně 2900 Kč/m³ je to 185 600 Kč.

Pilařské výřezy třídy III. A, B, C, D – 138, tvořili cca 53 % objemu vyrobeného dříví co je 463 m³. Průměrná cena se pohybovala na úrovni 1430 Kč/m³, cena za výřezy III. A, B, C, D je 662 090 Kč. Vláknirové dřevo označené kódem 152, tvořilo zbývajících 40% objemu dříví, co je cca 347 m³. Průměrná cena borové vlákniroviny se pohybovala na úrovni 880 Kč/m³, takže cena za vláknirovu je cca 305 360 Kč. Celkově dostaneme částku 1 153 050 Kč.

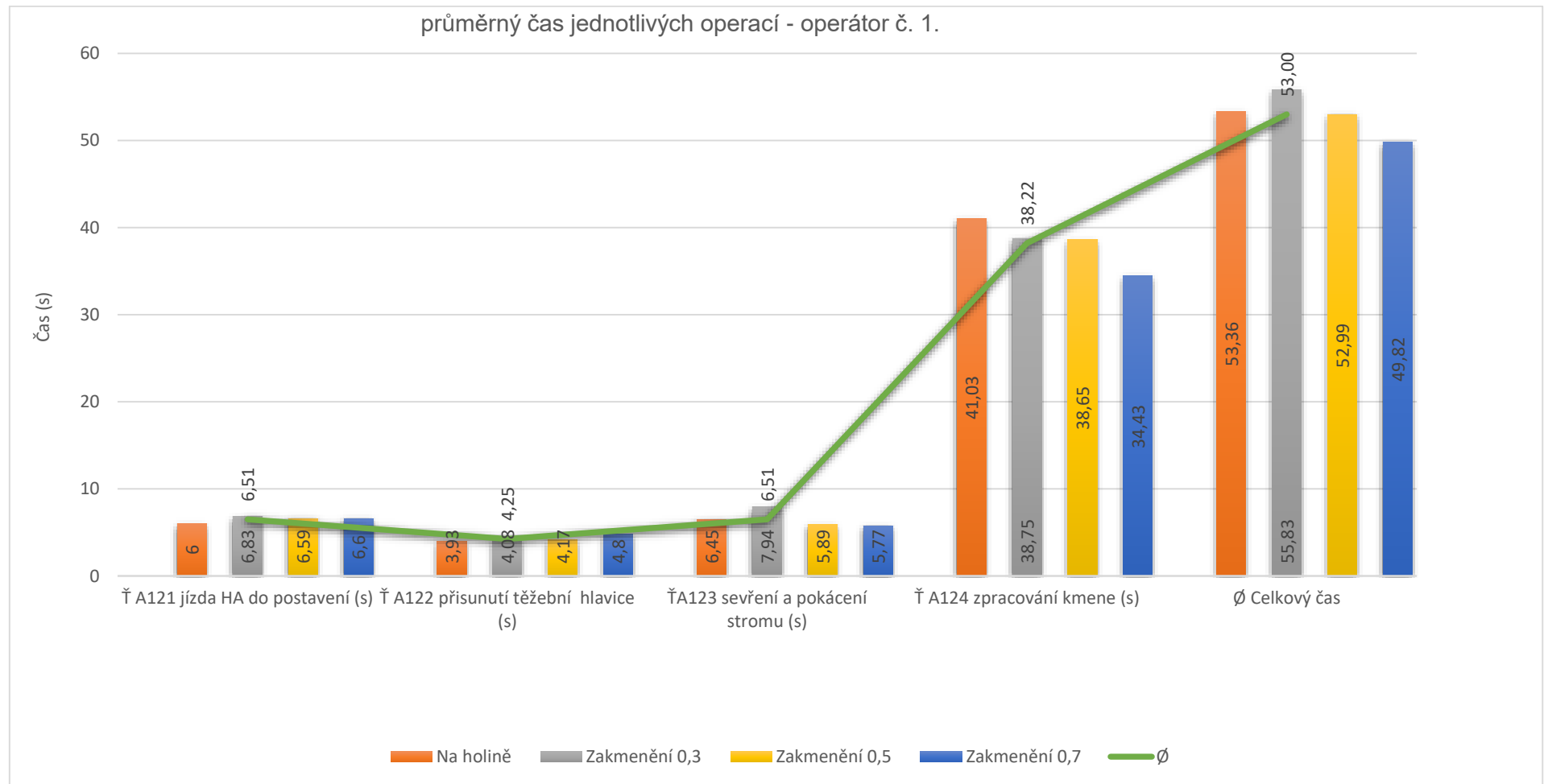
Po odečtení nákladů na výrobu dřeva nám zbývá částka 890 967 Kč. Od dané částky je nutné odečíst ještě náklady na dopravu dříví k odběratelům aj.

Z celkového grafického znázornění průměrných naměřených hodnot (graf č. 2) je viditelná relativní časová vyrovnanost operací v jednotlivých stupních zakmenění. Dá se říct, že je to výsledek letité praxe operátora, která mu umožňuje rychlé vyřešení vzniklé situace. Zpracování jednoho stromu v časovém intervalu 50 až 54 sekund, je podle mého názoru výborná hodnota.

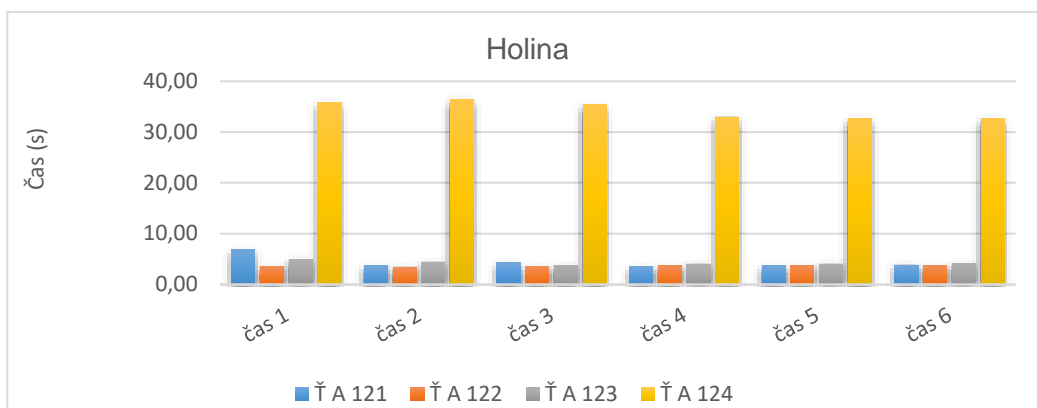
Průměrné hodnoty časů naměřených na holině (graf č. 3) jsou v první části zachyceny těsně před výměnou řetězu, co se projevovalo postupným narůstáním času na zpracování kmene. Operátor následně vyměnil řetěz, takže čas na zpracování kmene se opět dostal na jeho průměr, co je cca 38,22 sekundy. Celkový průměrný čas všech prováděných a měřených úkonů, dle snímků pracovních operací je 53,36 sekundy na jeden vytěžený strom. Samozřejmě důležitou roli sehrála i hmotnost těžných stromů, která dosáhla hodnotu 0,42 m³ na jedince.

Časovou náročnost těžby provedené na holině jsem dále porovnával s jednotlivými stupni clonné seče. Vyhodnocení časové náročnosti jednotlivých operací v clonné seči, v porovnání s těžbou provedenou na holině, teda $t_{\Delta 121} - t_{\Delta 124}$ znázorňuje graf č. 2. S uvedeného grafu je vidět postupné změny v časové náročnosti operací v porovnání s holinou. Zpracování kmene ($t_{\Delta 124}$) se postupně zkracuje, co je způsobeno zpracováním podúrovňových jedinců. Výsledkem je čas na zpracování kmene v zakmenění 0,7 s hodnotou 34,43 sekund.

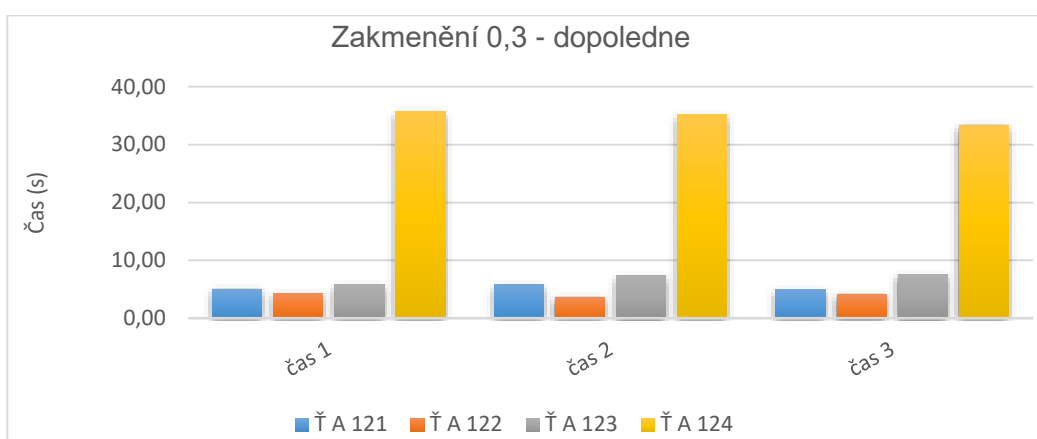
Naproti tomu je viditelné narůstání času na přisunutí těžební hlavice. Jízda harvestoru do postavení se pohybuje v rozmezí 6 – 6,83 sekundy. Nejnižší hodnotu dosahuje na holině – 6 sekund a nejvyšší hodnotu v zakmenění 0,3 – 6,83 sekundy. V rámci měření, jak jsem uvedl v kapitole 4.2, byl operátor požádán o pokud možno nejmenší poškození stromů. Operátor dbal na co nejmenší poškození zůstávajících jedinců. V zakmenění 0,3 se tohle opatření projevilo nejvíc na čase jízdy harvestoru do postavení a čase na sevření a pokácení stromu. Zhodnocení a porovnání výkonnosti operátora č. 1 s výkonovými normami pro harvestor je komplikované, protože nepoznáme objem vyrobeného dříví samostatně v každém stupni zakmenění. Známá je jenom hodnota celkem vyrobených m³. Podle evidenčního čísla normy – 2013, z výkonových norem pro harvestory a vyvážecí traktory, je stanovená spotřeba času 0,13 Nh/m³. Na holině bylo vyrobeno 405,60 m³. Při normočase 0,13 Nh/m³ by byla potřeba na výrobu daného množství dřeva cca 52,73 Nh (405,60*0,13). Pokud vycházíme s dodržování zákoníku práce, kde je uvedená max. délka směny pro operátora 12 h, měl by daný objem dřeva vyrobit za 4,39 dne, aby měl plnění výkonu na 100%. V clonných sečích bylo vyrobeno celkem 468,01 m³. V případě plnění výkonu na 100% by byla potřeba 5,07 dne. Na základě předávacího protokolu podepsaného operátorem a začátku snímkování jsem stanovil čas zpracování na 3 dny a pět hodin. To znamená, že operátor potřeboval na výrobu daného objemu dříví 41 hodin. Od uvedeného času jsem odečetl čas na údržbu – 1 hodinu na 3 dny, čas na jízdu do porostu a z porostu – 9 minut, bezpečnostní přestávky, čas na biologické potřeby operátora, přestávky na oběd a jiné drobné opravy v celkové výši 4 hodiny za 3 dny. Po odpočtu tedy počítám s potřebou 37 hodin, co by představovalo plnění norem na cca 143 %. V případě clonné seče bylo potřeba 4 směny, přičemž poslední směna měla 8,5 hodiny. To znamená, že bylo spotřebováno 44,5 hodiny na výrobu daného množství dříví. Při téhle spotřebě času na clonné seče je plnění norem na úrovni 137%.



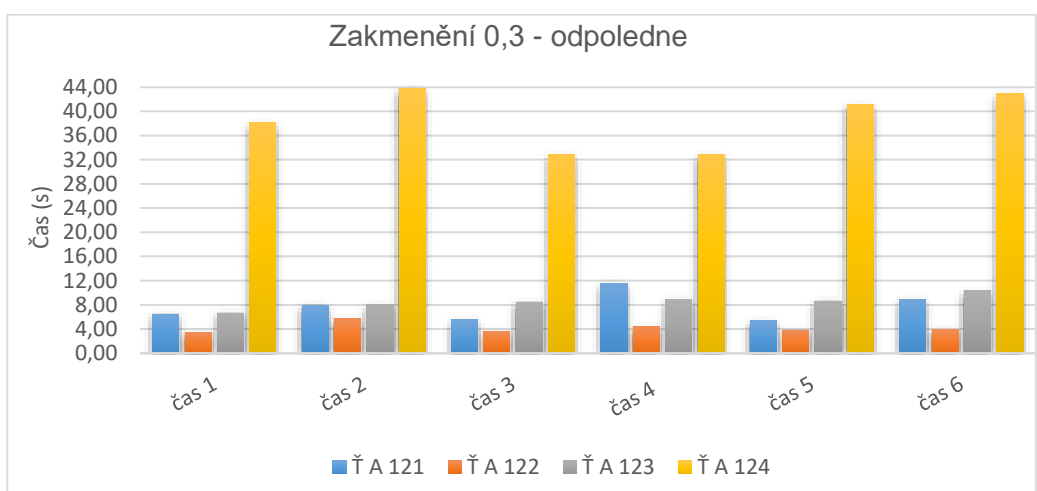
Graf č. 2: Grafické zobrazení průměrných hodnot časové náročnosti jednotlivých operací – operátor č. 1.



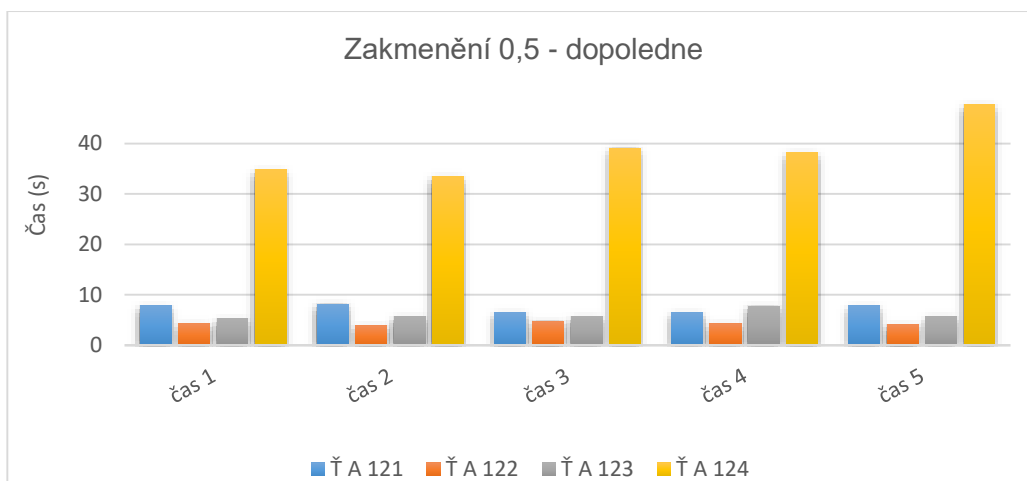
Graf č. 3: grafické znázornění naměřených průměrných hodnot – holina, operátor č. 1.



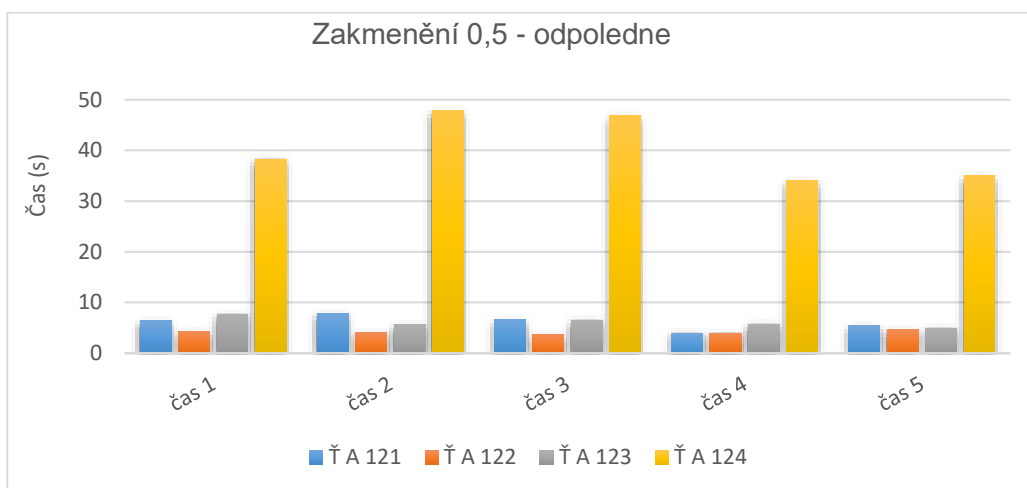
Graf č. 4: Grafické znázornění průměrných hodnot – zakmenění 0,3 dopoledne, operátor č. 1.



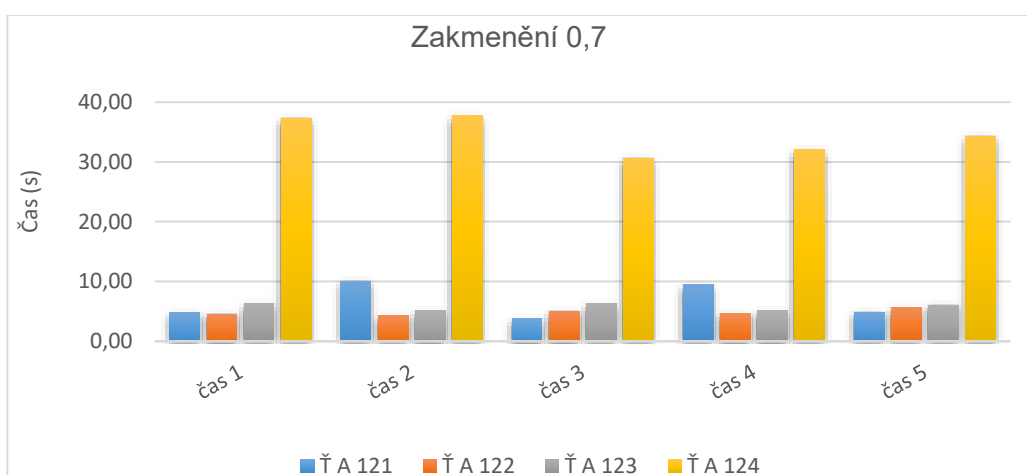
Graf č. 5: Grafické znázornění průměrných hodnot – zakmenění 0,3 odpoledne, operátor č. 1.



Graf č. 6: Grafické znázornění průměrných hodnot zakmenění 0,5 – dopoledne, operátor č. 1



Graf č. 7: Grafické znázornění průměrných hodnot zakmenění 0,5 – odpoledne, operátor č. 1



Graf č. 8: Grafické znázornění průměrných hodnot zakmenění 0,7, operátor č. 1

5. 2. Vyhodnocení operátora č. 2.

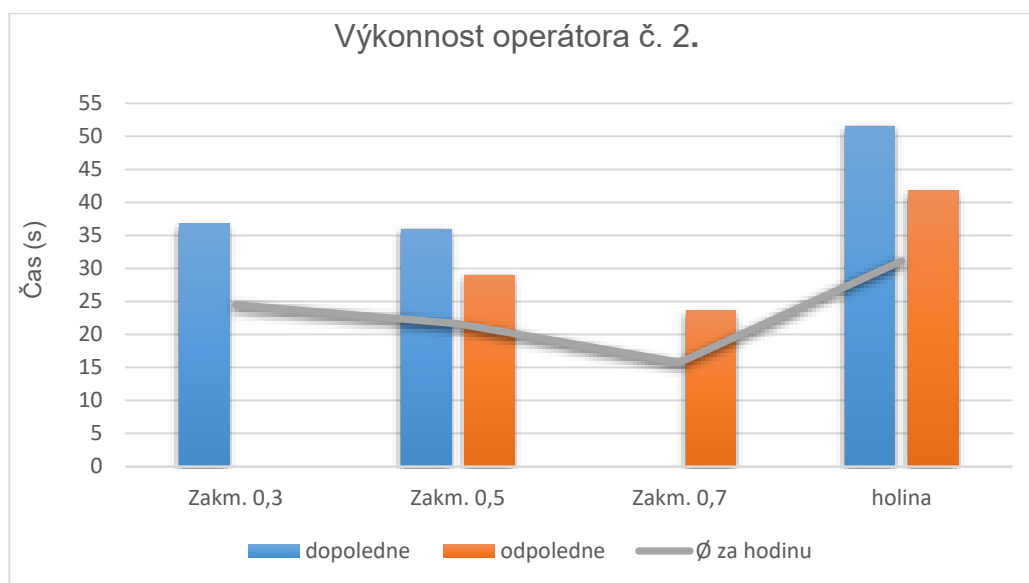
Jak je uvedeno v kapitole 4. 3. v období mezi realizací první a druhé etapy měření došlo k změně operátora na harvestoru. Průměrná časová náročnost jednotlivých operací je uvedena v tabulce č. 10, množství vyrobené hmoty v průběhu snímkování je uvedeno v tabulce č. 11. Na první pohled je viditelné větší množství vyrobeného dříví, co je zapříčiněno větší hmotností těžných stromů. Hmotnost dosažená v daném snížení stupně zakmenění a na holině je uvedena v tabulce č. 10.

Tab. č. 10: Průměrná časová náročnost na jednotlivé operace – operátor č. 2.

Operace	Ě _Δ 121	Ě _Δ 122	Ě _Δ 123	Ě _Δ 124	∅	∅	∅
Způsob těžby	jízda HA do postavení (s)	přisunutí těžební hlavice (s)	sevření a pokácení stromu (s)	zpracování kmene (s)	Počet řezů	Celkový čas	Hmotnost
Na holině	7,89	4,43	16,05	55,54	2,73	81,10	0,68
Zakmenění 0,3	5,90	4,6	14,88	61,32	2,63	84,90	0,57
Zakmenění 0,5	9,42	4,57	15,96	78,65	2,97	97,38	0,44
Zakmenění 0,7	10,96	5,31	15,23	54,48	2,15	84,54	0,45
∅	6,51	4,25	6,51	38,22	1,56	53,00	0,42

Tab. č. 11: Množství vyrobené hmoty za 90 min v jednotlivých způsobech – operátor č. 2

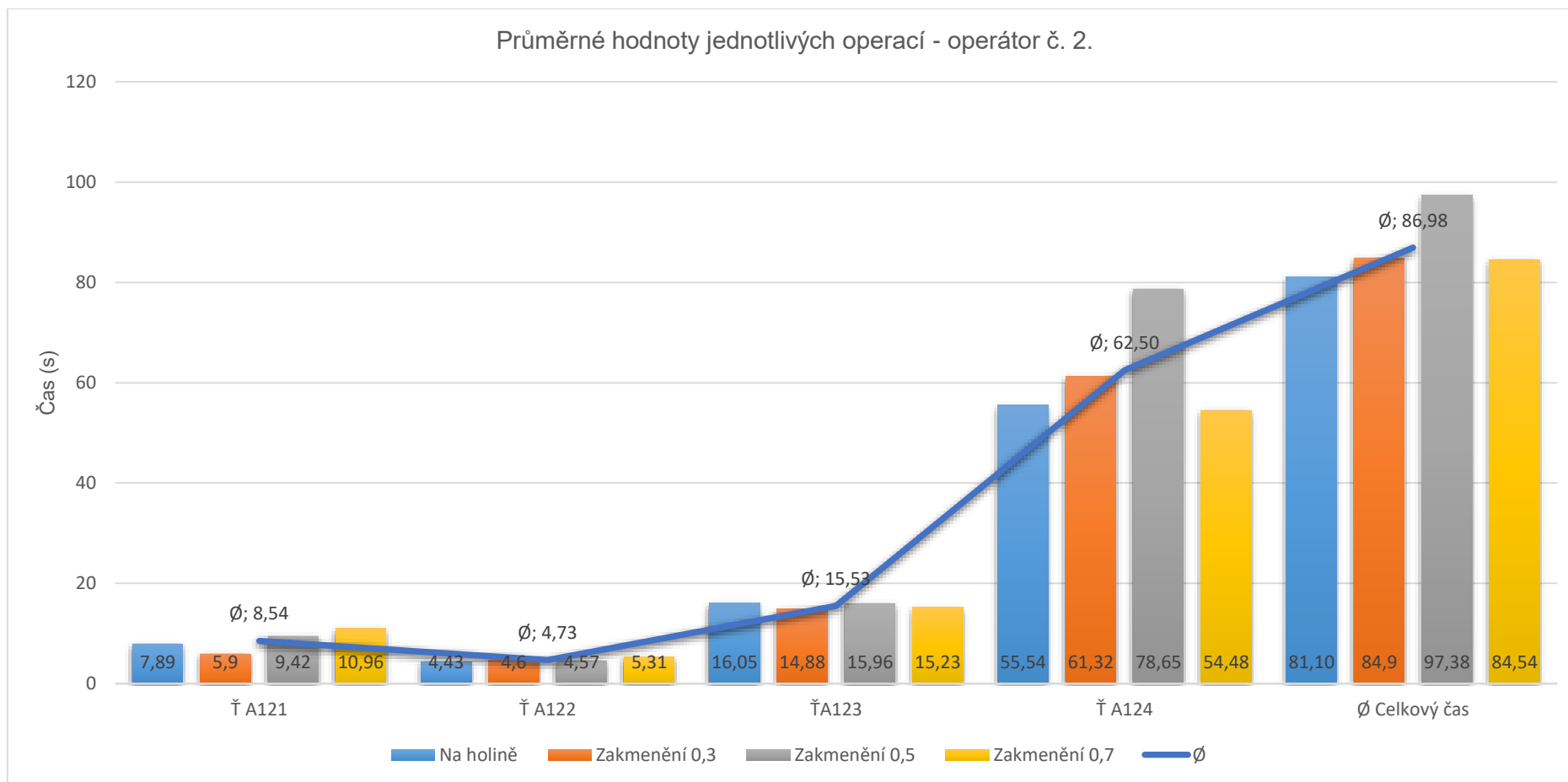
Výkon (m ³) operátora č. 1	Zakm. 0,3	Zakm. 0,5	Zakm. 0,7	holina
dopoledne	36,73 m ³	35,96 m ³	neměřeno	51,59 m ³
odpoledne	neměřeno	29,00 m ³	23,66 m ³	41,81 m ³
∅ za hodinu	24,49 m ³	21,65 m ³	15,77 m ³	31,13 m ³



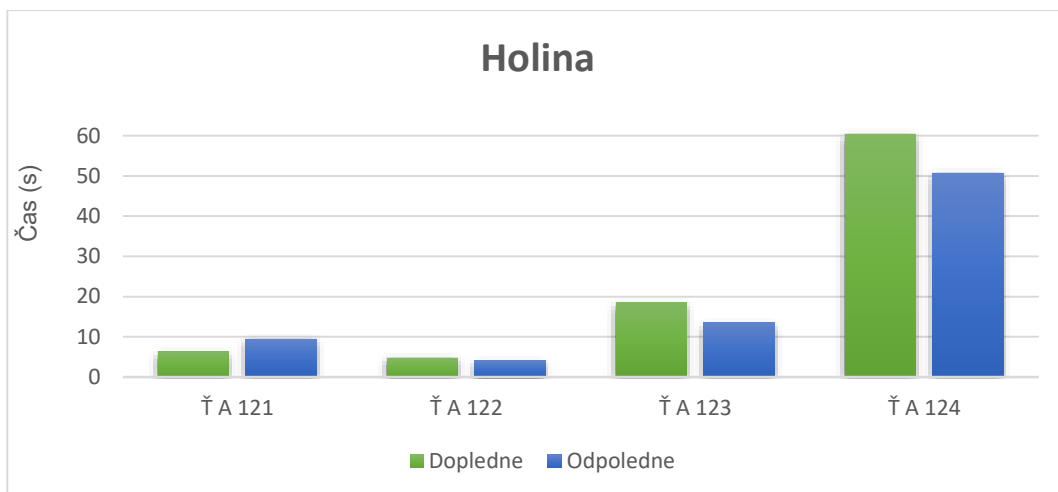
Graf č. 9: Výkon operátora č. 2 v průběhu snímkování

Tab. č. 12: Výstupy z měřicího zařízení harvestoru.

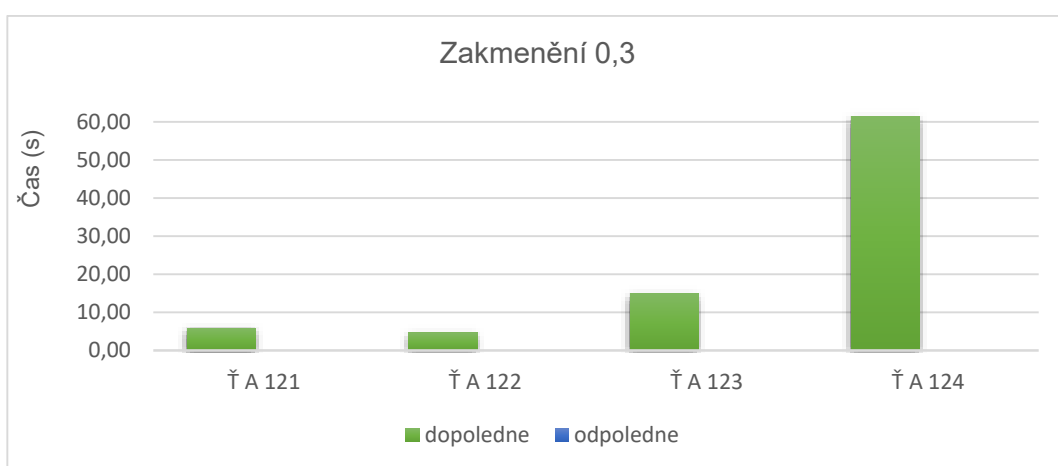
	Dřevina	Množství dříví (m³)	Hmotnatost dle měřicího zařízení	Počet výřezů (ks)
Zakmenění 0,3	SM	26,65	0,28	463
	BO	321,14	0,63	2640
Zakmenění 0,5	SM	8,77	0,23	165
	BO	182,13	0,46	1650
Zakmenění 0,7	SM	22,25	0,30	398
	BO	121,59	0,50	1362
Holina Sortimentace 1	SM	19,01	0,52	161
	BO	269,84	0,71	2147
Holina Sortimentace 2.	SM	16,92	0,68	146
	BO	252,81	0,65	1906



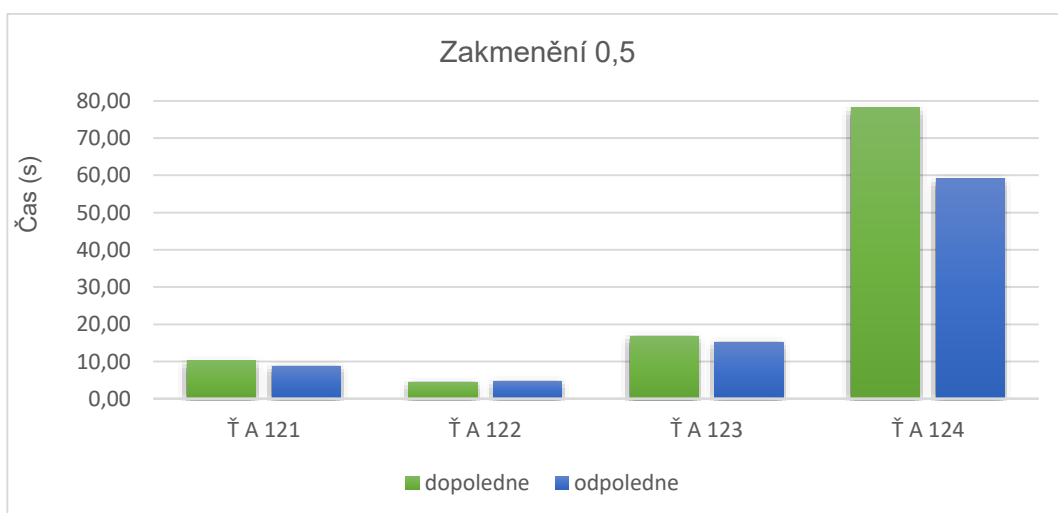
Graf č. 10: Grafické zobrazení průměrných hodnot časové náročnosti jednotlivých operací – operátor č. 2.



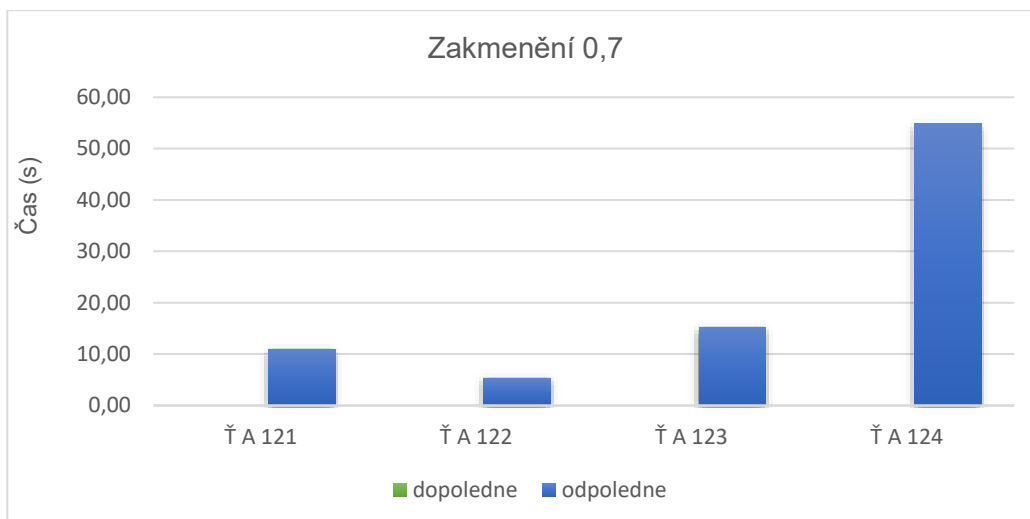
Graf č. 11: Grafické znázornění naměřených průměrných hodnot – holina, operátor č. 2.



Graf č. 12: Grafické znázornění naměřených průměrných hodnot – zakmenění 0,3, operátor č. 2.



Graf č. 13: Grafické znázornění naměřených průměrných hodnot – zakmenění 0,5, operátor č. 2.



Graf č. 14: Grafické znázornění naměřených průměrných hodnot – zakmenění 0,7, operátor č. 2.

Celkové množství vyrobené hmoty druhým operátorem je podle výstupů z měřicího zařízení harvestoru spolu 1241,11 m³, 93,6 m³ smrku a 1147,51 m³ borovice. Z toho na holině v oddělení 41A13 35,93 m³ smrku a 522,65 m³ borovice (tab. č. 12). V clonné seči ze sníženého zakmenění na hodnotu 0,3, bylo vyrobeno 26,65 m³ smrku a 321,14 m³ borovice, spolu 347,79 m³ (tab. č. 12). V clonné seči ze sníženého zakmenění na hodnotu 0,5, bylo vyrobeno 8,77 m³ smrku a 182,13 m³ borovice, spolu 190,90 m³ (tab. č. 12). V clonné seči ze sníženého zakmenění na hodnotu 0,7, bylo vyrobeno 22,25 m³ smrku a 121,59 m³ borovice, spolu 143,84 m³. Průměrná hmotnost pro dřevinu smrk dosáhla hodnoty podle výstupů měřicího zařízení 0,40 m³/ks a pro borovici 0,59 m³/ks. Celková průměrná hmotnost je tedy 0,5 m³/ks.

Jak jsem uvedl výše, náklady na výrobu dříví harvestorovou technologií u VLS ČR s. p. uvádět kvůli porušení výrobního tajemství nesmím, jelikož se jedná o předmět smlouvy v rámci veřejných zakázek na určité období, budu opět počítat s cenou 300 Kč/m³, přičemž platí stejné ocenění jak v předchozím roce a to, cena za m³ je odlišná při těžbě v holosečném hospodářském způsobu od ceny těžby v clonné obnově.

Náklady na výrobu dříví na odvozní místo při uvažované ceně 300 Kč/ m³, by činili 372 333 Kč. Vývoj cen dříví v roce 2017 a procentuální podíl sortimentů borovice v oddělení 41A13 a 52A12 je následovný.

Cenné výřezy s označením 112, tvoří cca 8% objemu vyrobeného dříví borovice, co je 92,06 m³. Při průměrné ceně 2500 Kč/m³ je to 230 150 Kč. Pilařské výřezy třídy III. A, B, C, D – 138, tvoří cca 69 % objemu vyrobeného dříví co je 789,67 m³. Průměrná cena se pohybuje na úrovni 1500 Kč/m³, cena za výřezy III. A, B, C, D je 1 184 505 Kč. Vlákňinové dříví označené kódem 152, tvořilo zbývajících 23% objemu dříví, co je cca 265,47 m³. Průměrná cena borové vlákňiny se pohybuje na úrovni 700 Kč/m³, takže cena za vlákňinu je cca 185 829 Kč. Celkově dostaneme částku 1 600 484 Kč.

U dřeviny smrk jsou sortimenty zastoupený následovně. Kulatina třídy III. A, B, C s cenou cca 2100 Kč/ m³ – 66%, 62,02 m³, co představuje hodnotu 130 242 Kč/ m³ a vlákňina s cenou 750 Kč/ m³ – 34%, 31,58 m³, co je 23 685 Kč. Spolu je tržba za smrkové dříví 153 927 Kč.

Celkový zisk z prodeje dříví je po sečtení uvedených částek 1 754 411 Kč.

Z grafického znázornění průměrných naměřených hodnot (graf č. 10) je viditelný rozdíl oproti předchůdci. Nárůst časové náročnosti samozřejmě ovlivnila i hmotnatost těžených stromů a zastoupení smrku v podúrovni, co do určité míry také ovlivňovalo čas.

Průměrné hodnoty časů naměřených na holině (graf č. 11), poukazují na kladnou reakci operátora na změnu a snížení času na zpracování kmene v odpolední části snímkování až o 9,75 sekundy.

Časovou náročnost těžby provedené na holině jsem stejně jak u předcházejícího operátora dále porovnával s jednotlivými stupni clonné seče. Vyhodnocení časové náročnosti jednotlivých operací v clonné seči, v porovnání s těžbou provedenou na holině, teda $t_{\Delta 121} - t_{\Delta 124}$ znázorňuje graf č. 10.

Z uvedeného grafu je vidět postupné změny v časové náročnosti operací v porovnání s holinou. Zpracování kmene ($t_{\Delta 124}$) na rozdíl od předchůdce do značné míry narůstá až do zakmenění 0,5. Následně v zakmenění 0,7 klesá pod průměrný čas potřebný na zpracování stromu,

důsledek zpracovávání podúrovňových jedinců. Oproti předchůdci je značný rozdíl v čase u hodnoty $t_{\Delta 123}$ – sevření a pokácení stromu, kde je tento rozdíl 8 až 9 sekund. Jízda harvestoru do postavení se pohybuje v rozmezí 5,9 – 10,96 sekundy, což je poměrně velký rozptyl hodnot.

Z uvedených grafických hodnot (graf č. 11 – 14) je vidět, že operátor měl lepší hodnoty naměřené v odpolední směně. Celkové zhodnocení práce operátora je vzhledem k absenci praxe relativně dobré.

Zhodnocení a porovnání výkonnosti operátora č. 2 s výkonovými normami pro harvestor je usnadněné díky pořízení výstupů z harvestoru za každý těžební zásah osobitě. Podle evidenčního čísla normy – 2013, z výkonových norem pro harvestory a vyvážecí traktory (Dvořák, 2011), je stanovená spotřeba času $0,13 \text{ Nh/m}^3$.

Po odečtení hodnot s výstupů jsou známé vstupní veličiny na výpočet výkonu operátora číslo 2. Při normočase $0,13 \text{ Nh/m}^3$ by bylo potřeba na výrobu celkového množství dřeva $161,34 \text{ Nh}$. ($1241,11 \cdot 0,13$). Pokud vycházíme s dodržování zákoníku práce, kde je uvedená max. délka směny pro operátora 12 h, měl by daný objem dřeva vyrobit za 13,44 dne, aby měl plnění výkonu na 100%.

V clonných sečích bylo vyrobeno celkem $682,53 \text{ m}^3$. V případě plnění výkonu na 100% by bylo potřeba 7,39 dne/směn. Vzhledem ke koordinaci prací a mému měření bylo uvedené množství dříví vyrobeno za 8 směn, což by znamenalo 96 hodin.

To by bylo plnění výkonu na 92,43 %. Ve skutečnosti, po odečtení všech nutných přestávek a prostojů kvůli opravám, je spotřebovaný čas 79 hodin, což znamená plnění výkonu na 112,32%.

Rozdělením objemu vyrobeného dříví podle výstupů z měřicího zařízení v jednotlivých stupních zakmenění, dostávám hodnotu $347,79 \text{ m}^3$ vyrobených v zakmenění 0,3. Průměrná hmotnost dosáhla hodnotu $0,57 \text{ m}^3/\text{ks}$. Na základě vstupních údajů jsem získal hodnotu normočasu podle evidenčního čísla normy 2014, $0,11 \text{ Nh/m}^3$.

Z výstupu měřicího zařízení jsem zjistil čas potřebný na výrobu daného množství dříví, který je 3 dny – 34 hodin. Po přepočtu na plnění jsem dostal výsledek 112,52%. V tomto případě jsem neredukoval čas potřebný na výrobu daného množství dříví žádnými nucenými přestávkami, vzhledem k bezproblémovému průběhu celé těžby v clonné seči. V clonné seči se sníženým zakmeněním na hodnotu 0,5 bylo vyrobeno 190,90 m³ při průměrné hmotnosti 0,44 m³/ks. Čas potřebný na výrobu daného množství dříví je 27 hodin. V tomhle případě byl čas redukován o prostoj zaviněn potřebnou výměnou hadice s následným dojezdem do České Lípy. Na základě hmotnosti jsem stanovil normočas 0,13 Nh/m³ – evidenční číslo normy 2013, takže plnění výkonu je 91,91%. V poslední clonné seči se sníženým zakmeněním na hodnotu 0,7 bylo vyrobeno 143,84 m³, s hmotností 0,45 m³/ks. Spotřebovaný čas je 18 hodin s bezproblémovým provozem, což je dle normočasu 0,13 Nh/ m³, plnění výkonu na 103,88%. Operátor vzhledem k délce své praxe dosáhl v konečném měřítku slušných výsledků, což se týče objemu vyrobeného dříví, ale i přes viditelnou snahu operátora minimalizovat poškození zůstávajících stromů, bylo tohle poškození v porovnání s operátorem č. 1 značně větší. Kromě poškození zůstávajících stromů, docházelo k častému poškozování oddenkové části těžných stromů (obr. č. 15).



Obr. č. 15: Poškozená oddenková část (archív, autor, 2017)

V případě výroby dříví na holině, kde bylo vyrobeno $558,58 \text{ m}^3$ při hmotnosti $0,69 \text{ m}^3/\text{strom}$ došlo k změně evidenčního čísla normy na 2014 a normativu na hodnotu $0,11 \text{ Nh}/\text{m}^3$. Na 100% plnění norem je tedy potřeba $61,44 \text{ Nh}$ co je 5 směn. V tomto případě bylo potřeba na vytěžení daného množství dříví 5 dní. Čistý čas práce je 48 hodin. To představuje plnění výkonu na 128%.

6. Diskuze a závěr.

Po zhodnocení dvou etap snímkování lze říct, že průměrná délka pracovní směny operátora jak uvádí Dvořák 2011, není 9,8 hodiny, samozřejmě v závislosti na smluvních podmínkách zaměstnanců, ale častější je délka směny 11 až 11,5 hodiny po odečtení všech nucených přestávek a prostojů. Důvodem prodlužování pracovní směny operátorů je mzdové ohodnocování na základě množství m^3 vyrobené hmoty bez ohledu na druh zaměstnaneckého poměru.

Technickou produktivitu harvestoru uvádějí různí autoři v hmotnosti $0,4 m^3/ks$, při výkonu harvestoru nad 140 KW, kolem $14,0 m^3$. V případě, že má operátor dostatečné zkušenosti je na základě své práce schopen vyrobit i větší množství dříví. Jak uvádím v tab. č. 9, operátor dokáže vyrobit o cca $10 m^3$ dříví více.

Harvestorová technologie má, jak uvádí Dvořák, 2004 své nepopíratelné výhody, ale opět tyhle výhody plátí pouze spolu s citovanými slovy Ulricha 2004: **„Ač je to stroj ekologicky naprosto bezkonkurenční, může napáchat velké škody, když s ním zachází nekvalifikovaný člověk.“** Při snímkování jsem se ujistil v tvrzení Ulricha 2004, protože jsem měl možnost kvalitativně zhodnotit práci dvou rozdílných operátorů. Samozřejmě každý jeden operátor musí zkušenosti získat postupně, ale myslím si, že upravení legislativních požadavků na klasifikaci operátorů by ještě zvýšil ekologičnost harvestorové technologie. Navrhoval bych postupnost v možnosti přesunu operátora, kde by se upřednostnil pracovník s praxí na menším harvestoru při přesunu na výkonově větší harvestor. Odstupňování by bylo zajímavé podle hmotnosti těžných stromů s následnými možnostmi efektivnějšího využití harvestorové technologie nejen v clonných sečích v borovici, ale i v smrku, protože by se v konečném důsledku minimalizovali škody nejen na podrostu, ale i na okolitých zůstávajících stromech. Podle mého názoru by to mohlo kladně ovlivnit výši nákladů na pěstební činnosti v podrostrním způsobu hospodaření.

Na závěr bych zhodnotil efektivitu nasazení harvestorové technologie v porostech borovice lesní (*Pinus sylvestris*, L) při různém stupni zakmenění. Různý stupeň zakmenění je chápán v rámci práce jako clonné seče ve vybraném porostu, kde docházelo ke snížení zakmenění na hodnoty 0,3, 0,5 a 0,7. Pro porovnání časové náročnosti vykonaných zásahu bylo prováděno měření výkonu při výrobě dříví na holině. Podstatou výzkumu je správné a dostatečné snímkování jednotlivých pracovních operací harvestoru v jednotlivých pracovních polích. Po vyhodnocení snímků pracovních operací operátora harvestoru z obou etap lze říct, že harvestorová technologie má své opodstatnění i při vykonávání clonných sečí. Využití harvestorové technologie s návazností na další dílčí cíle projektu, je vzhledem k časové úspoře nejvhodnějším způsobem výroby dříví z mého pohledu. Z hlediska efektivního využití harvestorové technologie v clonných sečích se jeví vhodné snížení zakmenění na hodnotu 0,5 – 0,6, přičemž důležitá je hmotnatost dřeviny, plocha, počet stromů, druh dřeviny, cena za m³ vyrobeného dříví a samozřejmě praxe a zkušenosti operátora harvestoru. V clonné seči se snížením zakmenění na hodnotu 0,5 – 0,6 vytěžíme objem cca 200 m³, samozřejmě s ohledem na porostní charakteristiky může být tahle hodnota rozdílná. V mém případě bylo v porostu 52A13, kde došlo ke snížení zakmenění na hodnotu 0,5 vytěženo celkem 190,90 m³, prokazatelných dle výtisku z měřícího zařízení harvestoru při průměrné hmotnatosti 0,44 m³/ks. V případě použití harvestoru při stejném principu hospodaření lze k danému množství přičíst i hodnotu objemu vyrobeného dříví v zakmenění 0,7, jako v přípravné seči, co v mém případě bylo 143,84 m³. Tím se dostáváme na hodnotu 334,74 m³, které když dokážeme prodat za průměrnou cenu 1500 Kč/ m³, dostáváme cenu cca 502 100Kč. Průměrná cena samozřejmě závisí od podílu cenných výřezů a podílu kulatiny z vyrobeného objemu dříví, takže konečné zpeněžení ovlivňuje ve své podstatě jednak operátor harvestoru svými zkušenostmi a vlastník lesa kontrolou dodržování stanovené sortimentace operátorem. Z ekonomického hlediska se dá těžit s tendence vývoje cen, který tlačí cenu za výrobu dříví harvestorovou technologií čím dál níž.

7. Seznám použité literatury.

DVOŘÁK, Jiří. *Rozvoj harvestorové technologie a poškození lesů*. 1 vyd. Kostelec nad Černými Lesy: Lesnická práce, 8/2002, s. 364 – 365.

DVOŘÁK, Jiří et al. *Aplikace pro výpočet výkonových norem a odhad finančních škod při použití harvestorové technologie*. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2013, 58: 115 – 122.

MACKŮ, J., *Spotřeba času a produktivita práce víceoperačních technologií v závislosti na lidském faktoru*, Disertační práce, ČZU Praha, 2014, 111 s.

STAMPFER, K.: *Efficiency of mechanized steep terrain harvesting systems*. In *Proc., 23rd Annual Meeting of the Council on Forest Engineering and the 81st Annual Meeting of the Canadian Woodlands Forum "Technologies for New Millenium Forestry"*, ed. D. Guimier, 4. Kelowna, BC, Canada, September 11-13, 2000. FERIC, Pointe-Claire, QC.

ULRICH, R., SCHLAGHAMERSKÝ, A., ŠTOREK, V., *Použití harvestorové technologie v probírkách*. 1 vyd. Brno: Ediční středisko MZLU, 2002. 98 s ISBN 80 – 7157 – 631 – x.

VISSER, R.: "2010 Benchmarking of Harvesting Cost and Productivity". *Harvesting Technical Note Vol. 3, Number 10*, January 2011. Future Forests Research Ltd, Rotorua New Zealand.

CARSON, W. W., J. E. JORGENSEN, *Understanding interlock yarders*. USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest Range and Experiment Station. Portland, Oregon, USA., 1974, Research Note, PNW-221. 13 s.

ULRICH, R., NERUDA, J., et al. *Harvestorové technologie a jejich optimální užití v praxi*. 1 vyd. Merimex a Brno: Ediční středisko MZLU, 2006. 80 + 7 s. ISBN 80 – 7375 – 012 – 0.

KABEŠ, A.: *Metodika pro kalibraci těžebních strojů a analýza výstupů dat dle StandForD*, 2012, Disertační práce, 2012, ČZU Praha, 142 s.

ULRICH, R., et al. *Harvestorové technologie v podmínkách lesního hospodářství ČR*. 1 vyd. Brno: Tribun EU, 2009. 46 s. ISBN 978 – 80 – 7399 – 638 – 3.

- BARTOŠ, L. *Možnosti využití harvesterových technologií těžby dříví na základě analýzy rozhodujících faktorů*, 2009, 131 s. Brno, Disertační práce.
- NERUDA, J. a kol. *Harvesterová technologie lesní těžby*. 1 vyd. Brno: MZLU LDF, 2008, 149 s., ISBN 978 – 80 – 7375 – 146 – 3.
- SIMANOV, V. *Vývoj lesnické techniky v českých zemích v letech 1945 – 1992*. Zprávy lesnického výzkumu, 2001, svazek 46, číslo 3, s. 155 – 168.
- JIRIKOVSKI, W. a kol. *FPP Holzernte in der Dufchforstung, Harvester/Forwarder*, Wien, 1998, s. 1 – 120.
- CUBBAGE, F.: *“Economies of Forest Tract Size in Southern Pine Harvesting.” Research Paper SO-184. New Orleans, LA: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, 1982, Southern Forest Experiment Station. 27 s.*
- LUKÁČ, T.,: *Viacoperačné stroje v lesnom hospodárstve*, Monografia, TU Zvolen, 2005, ISBN 80 – 228 – 1348 – 6, 137 s.
- LUKÁČ, T.,: DEMKO, J., KONRÁD, V. *Lesná ťažba – návody na cvičenia*, TU Zvolen, 1989, ISBN 80 – 228 – 0014 – 7, 121 s.
- LOSCHKE, J.,: *Development of mechanized logging. In Proc., Joint FAO/ECE/ILO Workshop on New Trends in Wood Harvesting with Cable Systems for Sustainable Forest Management Ossiach*, 2001, Austria.
- SLUGEŇ, J., *Teoretické a praktické limity ťažbovo – dopravných technológií na báze harvesterov v lesoch SR*, Dizertačná práca, 2007, TU Zvolen, 129 s.
- DVOŘÁK, J., et al. *The use of harvester technology in production forests*. Folia Forestalia Bohemica 21, Kostelec nad Černými Lesy, Lesnická práce.
- POLENO, Z., *Smíšené porosty smrku s borovicí*. Lesnictví, 21:10:899 – 912.
- POLENO, Z., VACEK, S. et al. *Pěstování lesů I. Ekologické základy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 313 s.
- POLENO, Z., VACEK S., *Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy, Ministerstvo zemědělství ČR, Lesnická práce, 464 s.

PRŮŠA, E., *Pěstování lesů na typologických základech*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 593 s.

SANIGA, M.,: *Pestovanie lesa*. Zvolen, TU LF, 2008, 310 s.

PAŘEZ, J., CHROUST, L.,: *Modely výchovy lesních porostů*, Jíloviště – Strnady, VÚLHM, 1988.

KORPEL', Š.,: *Pestovanie lesa*, skriptá, Zvolen, VŠLD, 1986, 404 s.

PEŇÁZ, J.,: *Výchova mlazin – pročistky*, In : KORPEL', Š. et al. *Pestovanie lesa*, Bratislava, 1991, Příroda, s. 106 – 146.

NÁROVEC, V.,: *Dicyklický růst výhonů u borovice a nápravná opatření v nejmladších kulturách*, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce s. r. o., 31 s.

REMEŠ, J.,: *Struktura porostů, jejich produkční potenciál a stav půd při uplatnění přírodě blízkého pěstování lesů*, Habilitační práce, Praha, FLD ČZU v Praze, 199 s.

JIROUŠEK, R., KLVAČ, R., SKOUPÝ, A.,: *Productivity and costs of the mechanised cut-to-length wood harvesting system in clear-felling operations*. Journal of forest science, 2007, roč. 53, č. 10, 476 – 482 s.

BÍLEK, L.,: *Redakčně upravená periodická zpráva projektu NAZV QJ1520037*, 2016, 109 s.

Hospodářská kniha LHC Břehyně, Taxles s. r. o., 1. 1. 2016 – 31. 12. 2025.

Lesní hospodářský plán na období 2016 – 2025, Textová část, LHC Břehyně

Internetové zdroje:

eAGRI,: *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2015*, Dostupné z WWW: www.eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho/zprava-o-stavu-lesa-2015.html, 2016, ISBN 978-80-7434-324-7, 134 s.

MixMotor, *Kabina harvestoru Ponsse Scorpion*, Dostupné z WWW: www.mixmotor.eu/en/20496/ponsse-scorpion-harvestor-video

Theoldrobots, *Kráčivý harvestor John Deer – Timberjack*, Dostupné z WWW: www.theoldrobots.com/images27/john10.JPG

Seznam tabulek:

Tab. č. 1.: Druhové složení lesů v ha.

Tab. č. 2.: Výkonnostní třídy harvestorů.

Tab. č. 3.: Maximální dovolené odchylky od ručního měření.

Tab. č. 4.: Výpis hospodářské knihy oddělení 63A12a.

Tab. č. 5.: Výpis hospodářské knihy oddělení 63A12b.

Tab. č. 6: Výpis hospodářské knihy oddělení 41A13.

Tab. č. 7: Výpis hospodářské knihy oddělení 52A12.

Tab. č. 8.: Průměrná časová náročnost na jednotlivé operace – operátor č. 1.

Tab. č. 9.: Množství vyrobené hmoty za 90 min v jednotlivých způsobech – operátor č. 1.

Tab. č. 10.: Průměrná časová náročnost na jednotlivé operace – operátor č. 2.

Tab. č. 11.: Množství vyrobené hmoty za 90 min v jednotlivých způsobech – operátor č. 2.

Tab. č. 12.: Výstupy z měřicího zařízení harvestoru.

Seznam grafů:

Graf č. 1: Výkon operátora č. 1 v průběhu snímkování.

Graf č. 2: Grafické zobrazení průměrných hodnot časové náročnosti jednotlivých operací – operátor č. 1.

Graf č. 3: grafické znázornění naměřených průměrných hodnot – holina, operátor č. 1.

Graf č. 4: Grafické znázornění průměrných hodnot – zakmenění 0,3 dopoledne, operátor č. 1.

Graf č. 5: Grafické znázornění průměrných hodnot – zakmenění 0,3 odpoledne, operátor č. 1.

Graf č. 6: Grafické znázornění průměrných hodnot zakmenění 0,5 – dopoledne, operátor č. 1.

Graf č. 7: Grafické znázornění průměrných hodnot zakmenění 0,5 – odpoledne, operátor č. 1.

Graf č. 8: Grafické znázornění průměrných hodnot zakmenění 0,7, operátor č. 1.

Graf č. 9: Výkon operátora č. 2 v průběhu snímkování

Graf č. 10: Grafické zobrazení průměrných hodnot časové náročnosti jednotlivých operací – operátor č. 2.

Graf č. 11: Grafické znázornění naměřených průměrných hodnot – holina, operátor č. 2.

Graf č. 12: Grafické znázornění naměřených průměrných hodnot – zakmenění 0,3, operátor č. 2.

Graf č. 13: Grafické znázornění naměřených průměrných hodnot – zakmenění 0,5, operátor č. 2.

Graf č. 14: Grafické znázornění naměřených průměrných hodnot – zakmenění 0,7, operátor č. 2.

Přílohy

Příloha č. 1: Technický popis Rottne H14

ROTTNE H14 má šestikolový robustní podvozek s jednoduchou zadní nápravou a výkyvnými nápravami (bugginy) vpředu a výkyvným středovým kloubem, kde všechny tyto prvky umožňují skvělé překonávání terénních překážek při zachování maximální stability stroje. Díky středovému kloubu je dosažen velký úhel zatáčení pro dobrý pohyb po lesních porostech. Hnací jednotka John Deere (168 kW) je založena hlavně na vyzkoušených a prověřených součástech předchozích modelů F12 a F14.

Harvestor ROTTNE H14 můžeme nazvat malým bratrem od osvědčené vlajkové lodi firmy ROTTNE harvestoru ROTTNE H20. Mnoho prvků použitých na tomto stroji je stejných jako u H20 jako např.: nivelační a otáčecí kabina, která je ovládána manuálně nebo plně automaticky. Osvědčená hydraulická ruka, používaná dlouhodobě na stroji ROTTNE 5005, RK 140 umístěná přímo nad kyvnou nápravou vylepšená pro ROTTNE H14 má větší otáčecí moment. Může být vybavena nově navrženým teleskopickým ramenem, které může mít dosah až 12 metrů při použití hlavice EGS 402.

Technická data:

- Výkon motoru 165 kW (225 hp)
- Hydraulická ruka RK 140 s dosahem 10,3 m
- Kácecí hlavice EGS-402 450 mm
- Kácecí hlavice EGS-590 600 mm
- Délka stroje 12 000 mm
- Šířka stroje 2 890 mm
- Výška stroje 4 100 mm
- Hmotnost stroje 17 990 kg

Příloha č. 2: Snímek pracovních operací, holoseč – operátor č. 1.

114, 42 2 - začátek věnování

M. H.

Snímek pracovních operací operátora harvesteru

č.	popis stromu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	popis stromu	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
2	řízba HA do postavení (F _{A 121})	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
3	průsvětlení větvemi (F _{A 122})	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
4	světlení a pokácení stromu (F _{A 123})	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
5	zpracování kmenů (F _{A 124})	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
6	přeložení stromu (F _{A 125})	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
7	počet řezů	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
8	hmotnost	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
9	Pracovní snímek č.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10	popis stromu	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
11	řízba HA do postavení (F _{A 121})	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
12	průsvětlení větvemi (F _{A 122})	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
13	světlení a pokácení stromu (F _{A 123})	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
14	zpracování kmenů (F _{A 124})	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
15	přeložení stromu (F _{A 125})	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
16	počet řezů	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
17	hmotnost	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
18	Pracovní snímek č.	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
19	popis stromu	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
20	řízba HA do postavení (F _{A 121})	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
21	průsvětlení větvemi (F _{A 122})	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
22	světlení a pokácení stromu (F _{A 123})	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
23	zpracování kmenů (F _{A 124})	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
24	přeložení stromu (F _{A 125})	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
25	počet řezů	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
26	hmotnost	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46

Příloha č. 3: Výstup z měřicího zařízení – operátor č. 1.

2016-02-10 c:\Data4\User\Obj\63.prd

Overení měření:
Datum výtisku: 2016-02-10

Harvestor:
Číslo stroje: R75208 Verze: Rotne D4 1.7.1 - 1.7.1.D4-D5
Výrobní číslo: R75208
Typ stroje: ROTTNE H-14
Datum kalibrace: Datum kontrolního měření:

Tezba:
Název souboru: 63.prd
Datum zahájení: 2016-02-04 10:04:05
Datum ukončení: Datum kontrolního měření

Rokiny pro sortimenty:
Kategorie: 5.3p
RM FOREST lesní společnost
2009-11-04 09:16:20

Organizace:
Organizace: RM FOREST lesní společnost
Datum výtisku: Mimon
Oblast: Cechy
Pracovní skupina: Arny
Składka dříví: Bratmyne

Subdodavatel:
Subdodavatel: RM
Kod:
Jméno:
Adresa:
E-Mail:
Tel/fax:

Objekt:
Číslo objektu:
Značky pro rezáni:
Číslo úseku:
Číslo dodávky:
Certifik.: Necertif.

Kupující:
Kupující:
Dodavatel:
Číslo smlouvy:
Číslo smlouvy (VIOL):

Smlouva:
VL5

Sortiment	Kód	Popis	Kupec	Posled výtisk	Stav	Číslo úseku	Celková délka	Střední průměr
Smrk								
25+				0	0,00	m3fmmDEu	0,0	0
3m				0	0,00	m3fmmDEu	0,0	0
402				0	0,00	m3fmmDEu	0,0	0
2-46				0	0,00	m3fmmDEu	0,0	0
VLAKNIN				0	0,00	m3fmmDEu	0,0	0
Borovice								
25+				65	10,95	m3fmmDEu	340,6	412
40				0	0,00	m3fmmDEu	0,0	1
2-7m				1606	227,03	m3fmmDEu	5305,4	271
2-46				203	60,36	m3fmmDEu	2394,2	25
VLAKNIN				1633	66,58	m3fmmDEu	3737,7	20
Mocnn								
4m 25+				0	0,00	m3fmmDEu	0,0	
40				0	0,00	m3fmmDEu	0,0	
2-46				0	0,00	m3fmmDEu	0,0	
vlastina				0	0,00	m3fmmDEu	0,0	
Listnac								
4M				0	0,00	m3fmmDEu	0,0	
3M				0	0,00	m3fmmDEu	0,0	
VLAKNIN				0	0,00	m3fmmDEu	0,0	
Soucet				4748	391,95		11728,1	5

2016-02-10 c:\Data4\User\Obj\63.prd

Spolek	Posled výtisk	Posled výtisk	Celková délka	Objem umř.	Průměrná kotlina
Smrk	0	0	0,0	0,00	
Borovice	622	4748	11728,1	391,95	0,477
Mocnn	0	0	0,0	0,00	
Listnac	0	0	0,0	0,00	
Součet	622	4748	11728,1	391,95	0,477

Výtisk overení:

Kupující Datum Dodavatel Datum

Příloha č. 5: Výstup z měřicího zařízení – operátor č. 2.

2017-03-28 c:\Data4\User\Obj\52_07\52_07.prd

Ověření měření:
Datum vytisku: 2017-03-28

Harvestor: Rotas D4 1.7.1 - 1.7.1 D4-D5
Císlo stroje: R75208 Verze:
Výrobní číslo: R75208
Typ stroje: ROTTNE H-14 Datum kontrolního měření:
Datum kalibrace:

Tezba: petrusoLo.apl
Název souboru: 52_07.prd Název souboru: RM FOREST lesní společnost s
Datum zahájení: 2017-03-27 17:57:12 Identifikační informace: 2009-11-04 08:18:26
Datum ukončení: Datum vytvoření:

Organizace: Subdodavatel:
Organizace: RM FOREST lesní společnost, s.r.o. dodavatel: RM
Datum vytisku: Mimon Kód:
Oblast: Čechy Jméno:
Pracovní skupina: Amy Adresa:
Skládková dráha: Brenhyne E-Mail:
Telefax:

Objekt: Smlouva:
Císlo objektu: Kupující: VLS
Značky pro rezání: Dodavatel:
Císlo úseku: Císlo smlouvy:
Císlo dodávky: Císlo smlouvy (VIOL):
Certifik.: Necertif.

Sortiment	Kód	Popis	Kupec	Pocet výstřelů	Objem	Černý typ	Celková délka	Střelná délka
Srnk								
oděrný				0	0,00	m3mmiDEu	0,0	0,0
kuř 12+				115	12,58	m3mmiDEu	365,8	317,3
kuř4				0	0,00	m3mmiDEu	0,0	0,0
kuř 2.50				0	0,00	m3mmiDEu	0,0	0,0
válcovina				282	8,87	m3mmiDEu	574,4	263,1
Borovice								
oděrný				5	1,05	m3mmiDEu	21,4	428,1
5m				354	74,94	m3mmiDEu	1529,1	535,1
2.45				291	17,55	m3mmiDEu	732,3	151,1
válcovina				712	27,75	m3mmiDEu	1447,8	203,1
Modřín								
oděrný				0	0,00	m3mmiDEu	0,0	0,0
5m				0	0,00	m3mmiDEu	0,0	0,0
2.45				0	0,00	m3mmiDEu	0,0	0,0
válcovina				0	0,00	m3mmiDEu	0,0	0,0
Listnec								
2m				0	0,00	m3mmiDEu	0,0	0,0
3m				0	0,00	m3mmiDEu	0,0	0,0
Součet				1780	142,54		4970,6	262,1

Součet	Pocet kulatín	Pocet výstřelů	Celková délka	Objem (m3)	Průměrná kulatina
Srnk	63	399	940,0	24,73	0,298
Borovice	263	1302	4030,6	132,38	0,503
Modřín	0	0	0,0	0,00	
Listnec	0	0	0,0	0,00	
Součet	348	1780	4970,6	157,11	0,454

2017-03-28 c:\Data4\User\Obj\52_07\52_07.prd

Výtisk overil:

Kupující Datum Dodavatel Datum

Příloha č. 6: Snímek pracovních operací, holoseč – operátor č. 2.

HU: H:14 K:11
10.1.108 95,84

JIT Datum: 10.1.108

operátor: 9.móla - průměrná Vydatceň

Snímek pracovních operací operátora harvestoru

číslo	čas	typ	čas	typ	čas	typ	čas	typ	čas	typ
Fáze: číslo krycího listu:										
Cíle formuláře / stránky:										
stav:										
začátek pozorování:										
měřil:										
Pracovní snímek č. 1										
popis stromu										
jízda HA do postavení (F _{A.121})										
přisunutí těžební hlavice (F _{A.122})										
seřízení a pokácení stromu (F _{A.123})										
zpracování kmene (F _{A.124})										
přeložení stromu (F _{A.125})										
počet řezů										
hmotnost										
Pracovní snímek č. 2										
popis stromu										
jízda HA do postavení (F _{A.121})										
přisunutí těžební hlavice (F _{A.122})										
seřízení a pokácení stromu (F _{A.123})										
zpracování kmene (F _{A.124})										
přeložení stromu (F _{A.125})										
počet řezů										
hmotnost										
Pracovní snímek č. 3										
popis stromu										
jízda HA do postavení (F _{A.121})										
přisunutí těžební hlavice (F _{A.122})										
seřízení a pokácení stromu (F _{A.123})										
zpracování kmene (F _{A.124})										
přeložení stromu (F _{A.125})										
počet řezů										
hmotnost										