

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



VÝKONNOST HARVESTOROVÉ TECHNOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Ondřej Sadílek

Vedoucí práce: Ing. Jan Macků, Ph.D.

2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ondřej Sadílek

Územní technická a správní služba

Název práce

Výkonnost harvestorové technologie

Název anglicky

Production Efficiency of Cut-to-Length Harvester technology

Cíle práce

Cílem práce je, pomocí měření v terénu, posoudit výkonnost harvestorové technologie v daných podmínkách. Cílem dále je posoudit vliv terénních podmínek, vlastností porostu, výkonnostní třídy stroje a zkušenosti operátora na celkovou výkonnost výroby.

Cílem této práce je i navrhnout opatření vedoucí ke zvýšení efektivity výroby a k celkovému zvýšení ergatičnosti práce v daných podmínkách.

Metodika

Měření v terénu, které je základem pro vypracování této práce, předchází rozsáhlá práce rešeršní, která má za cíl posoudit současný stav problematiky, východiska pro experiment a porovnat výsledky srovnatelného výzkumu.

Základem měření v této práci je metoda časových snímků jednotlivých úseků pracovní operace těžba dříví harvestorovou technologií.

Data získaná v rámci měření budou doplněna o podrobný popis stanoviště, včetně stěžejních dendrometrických veličin, průjezdnosti terénu a podobně.

Z následné statistické analýzy naměřených dat bude možné vyvodit závěry o celkové výkonnosti technologie v daném prostředí a za daných výrobních podmínek.

Na základě výše zmíněného bude možné navrhnout opatření, která povedou ke zvýšení výkonu, bezpečnosti práce a celkové ergatičnosti procesu v daných podmínkách.

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

Harvestorová technologie, výkonnost, bezpečnost práce

Doporučené zdroje informací

- KLOUDA, M.: Normování práce. Praha: MZLVH ČR, 1988, 208 s.
- NERUDA, J. a kol.: Harvestorové technologie lesní těžby. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 149 s. ISBN 978-80-7375-146-3 (brož.).
- NERUDA, Jindřich a Vladimír SIMANOV. Technika a technologie v lesnictví. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006, 324 s. ISBN 80-7157-988-2 (brož.).
- PULKRAB, K., ŠIŠÁK, L., BARTUNĚK, J.: Hodnocení efektivnosti v lesním hospodářství. Kostelec n. Č.L.: Lesnická práce, s.r.o., 2008, 131 s.
- RÓNAY, E., BUMERL, M.: Doprava dřeva. Vydanie prvé. Bratislava: Príroda, 1982, 300 s.
- RÓNAY, E., DEJMAL, L.: Lesná ťažba. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1991, 356 s. ISBN 80-07-00432-7.
- SIMANOV, V.: Perspektivy harvestorových technologií v předmýtních těžbách. Lesnická práce 11/1999, Kostelec nad Černými lesy, 1999, s. 494 496.
- ŠVENDA, A.: Sortimentová těžební metoda v jehličnatých probírkách. Strnady: VULHM Zbraslav n. Vlt., 1973, 42 s.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Macků, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 28. 1. 2016

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 3. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 29. 03. 2016

Prohlášení

Prohlašuji na svou čest, že práce je mým autorským dílem. Vypracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jana Macků, Ph.D. Všechny literární a internetové zdroje řádně cituji. Další informace jsem získal z archivů Vojenských lesů a statků a vlastního pozorování.

V Praze dne 6. 4. 2016

Ondřej Sadílek

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce za podporu při její tvorbě, stejně jako za cenné rady a připomínky. Dále pak Vojenským lesům a statkům, konkrétně pracovníkům jejich Hořovické divize, kteří byli velice vstřícní a bez problémů vyhověli všem mým požadavkům.

V Praze dne 6. 4. 2016

Ondřej Sadílek

Abstrakt

Víceoperační stroje, tzv. harvestory, představují stále běžnější způsob realizace lesní těžby, pomalu nahrazující klasického dřevorubce s motorovou pilou. Práce se zaměřuje na vypracování rešerše o dané problematice v podmínkách současného lesního hospodářství České republiky a zpracovává případovou studii pro lokalitu bývalého vojenského újezdu Brdy, kde hospodaří Vojenské lesy a statky, s.p. Předmětem studie je především statistická analýza výkonnosti dvou věkově odlišných operátorů na stejném stroji při probírkových těžbách a její souvislost s aktuálním rozpojením obou mužů. Ačkoliv se každý ve své směně projevuje jinak, v celkovém součtu statistika neodhaluje významné odchylky a průměrný čas zpracování jednoho stromu na sortimenty činí u prvního operátora 56,7s a u druhého 58,7s.

Klíčová slova: sortiment, lesní těžba, lidský faktor

Abstract

Multi-operational cut-to-length harvesters are becoming still more and more common way to perform logging, slowly replacing the well known image of a chainsaw logger. The study concentrates on disposing a literature search about current situation of the issue in the conditions of a Czech republic forestry and also a case study for the locality of a former military area Brdy, controlled by Vojenské lesy a statky, s.p. The main part of a case study is a statistical analysis of an efficiency of two differently old operators on the same machine during thinnings and it's relation with an actual frame of the operators. Although each of them works in their own rhythm, the analysis in general shows no considerable inclinations and the average time of a one tree cut-to-length process is 56,7s for the first operator and 58,7s for the second one.

Key words: timber assortment, timber harvesting, human factor

Obsah

1	Úvod	9
2	Cíle práce	10
3	Literární řešerše	11
3.1	Lesní hospodářství	11
3.2	Lesní hospodářství v ČR	11
3.2.1	Historie.....	11
3.2.2	Současnost	13
3.2.3	Vlastnictví lesů	15
3.2.4	Vojenské lesy a statky ČR.....	16
3.2.5	Vojenský újezd Brdy	16
3.2.6	Hospodářská úprava lesů.....	18
3.2.7	Funkce lesa.....	19
3.3	Lesní těžba	20
3.3.1	Pracovní prostředky lesní těžby	20
3.3.2	Těžební metody.....	21
3.3.3	Doprava dříví.....	22
3.3.4	Pracovní prostředky dopravy dříví.....	22
3.4	Harvestor	23
3.4.1	Harvestorový uzel	23
3.4.2	Historie harvestorové technologie	24
3.4.3	Rozdělení harvestorů	25
3.4.4	Konstrukce harvestoru.....	27
3.4.5	John Deere 770D.....	30
3.4.6	Výhody a nevýhody harvestorové technologie.....	31
3.4.7	Dopad harvestorové technologie na životní prostředí	32
3.4.8	Výkonnost harvestoru.....	33
3.5	Operátor harvestoru	35
3.5.1	Předpoklady pro operátora harvestoru	35
3.5.2	Směnný provoz operátorů harvestoru.....	35
3.5.3	Zátěž na operátora harvestoru	36
3.5.4	Rozdělení zátěže	36
3.5.5	Současný trend.....	36

4	Charakteristika studijního území.....	37
5	Metodika	38
6	Výsledky	40
6.1	Porost	40
6.2	Operátor	40
6.3	Naměřené hodnoty těžebně-dopravního procesu.....	41
6.4	Celkový čas na jeden strom.....	42
6.5	Operace těžebně-dopravního procesu.....	43
6.5.1	Jízda celkem	43
6.5.2	Pokácení celkem	44
6.5.3	Sortimentace celkem	45
6.6	Část směny.....	46
6.6.1	Ráno celkem.....	46
6.6.2	Poledne celkem.....	47
6.6.3	Večer celkem.....	48
6.7	Průměrný čas na jeden strom ráno, v poledne a večer	49
7	Diskuze	50
8	Závěr	52
9	Přehled literatury a použitých zdrojů	53
10	Přílohy	58
10.1	Seznam příloh	58

1 Úvod

Od samého počátku lidského působení v lesích, byla jedním z hlavních důvodů těžba dříví. Neuvážené zásahy do porostů, zejména v době průmyslové revoluce, měly za následek jejich rychlé ubývání. Začalo být čím dál jasnější, že musíme les chránit a především zajistit urychlenou obnovu zdevastovaných území.

Od té doby prošlo naše lesní hospodářství ohromným vývojem a zdaleka se neomezuje jen na těžbu dřeva. I když s sebou řešení kritické situace tehdejšími lesníky, v podobě velkých ploch monokulturních jehličnatých porostů, nenese jen samá pozitiva, významně přispělo tomu, že se naše lesnictví dlouhodobě řadí mezi ta nejvyspělejší s rozlohou lesů přesahující 2,5 mil. ha a lesnatostí 34 %.

Modernizace nevyhnutelně postihla všechna odvětví lesního hospodářství a nejinak je tomu i v případě těžby dříví. Donedávna jsme si dřevorubce představovali s motorovou pilou, která nahradila klasické ruční nářadí, v současné době jsou již stále běžnější těžebně-dopravní stroje, harvestory a vyvážecí traktory, které u nás zajišťují přibližně 30 % z celkového objemu lesních těžeb, do budoucna lze předpokládat, že toto číslo ještě výrazně poroste. Ačkoliv v očích široké veřejnosti budí tyto mnohatunové kolosy nedůvěru, pravdou je, že jde o, k životnímu prostředí šetrný způsob těžby.

Ohromující je především produktivita práce harvestoru, schopnost pokácet a zpracovat na sortimenty jeden strom v průměru za minutu. V reálném životě se celkový čas může značně lišit, výkonnost harvestoru ovlivňují mnohé faktory. Jedním z nich je vzhledem k faktu, že stroj není plně automatizován, také jeho lidská obsluha.

2 Cíle práce

Prvotním cílem práce bylo zpracování rešerše, detailně mapující současný stav a historii řešené problematiky, vzhledem k lesnímu hospodářství České republiky. Na základě zjištěných informací byla provedena případová studie, zaměřující se na výkonnost harvesterové technologie v daných podmínkách.

Předmětem studie byl jeden harvester v probírkových těžbách a rozdíl ve výkonnosti jeho dvou různých operátorů, z nichž každý byl pozorován během dvou směn. Výsledky práce poskytnou náhled na míru významnosti lidského faktoru v harvesterové těžbě konkrétní divize Vojenských lesů a statků a mohou sloužit jako analytický materiál v dalším provozu.

3 Literární rešerše

3.1 Lesní hospodářství

Lesní zákon č. 289/1995 Sb. definuje lesní hospodářství jako: „*Obnova, ochrana, výchova a těžba lesních porostů a ostatní činnosti zabezpečující plnění funkcí lesa.*“

3.2 Lesní hospodářství v ČR

3.2.1 Historie

Hospodaření v našich lesích má dlouhou historii, za kterou tento soubor činností prošel několikerým vývojem, určeným stavem lesních porostů a naopak stav lesů mnohdy určoval.

O přírodních lesích na našem území, můžeme hovořit ještě před šesti tisíci lety, tedy v době paleolitu a mezolitu. (BLUŽOVSKÝ a kol., 1998)

Dříve dominantní borovice je zcela vytlačena na suché, písčité půdy směsí dřevin buk, smrk a jedle v době, kdy se postupně znovu ochlazuje teplejší klima po dobách ledových. (HRABÁK, PORUBA 2005)

S neolitickým člověkem přichází zemědělství a činnosti s ním související, jako rolnictví či pastevectví, mají za následek šíření tzv. kulturní stepi na úkor lesa. Ačkoliv není osídlení nijak husté ani početné, vyžaduje produkce potravin prvních zemědělců velké plochy. Obdělávají půdu, dokud je úrodná, poté nechají úhorem i několik let a následně znovu hospodáří. To má brzy za následek vyčerpání půdy a stěhování kolonie za lepšími podmínkami. Takovým způsobem vystřídají tři až čtyři stanoviště, než se vrátí znovu na původní místo, kde se proces opakuje. Nešetné hospodaření podporuje dřeviny odolné, jako je například dub, naopak omezuje citlivější buk nebo jedle. V eneolitu dochází k rozšíření chovu dobytka a lesní pastvy, která dále ovlivňuje dřevní skladbu. Roste spotřeba dřeva, která vyvrcholí později v době bronzové a železné, kdy je dřevěné uhlí nezbytné při zpracování kovů a v období kolem let 500 až 100 př.n.l. při budování keltských opid. Zlepšování dřívějšího chladného klimatu má za následek ústup dubu a naopak šíření buku a jedle. Další vznik kulturní stepi mají na svědomí změny osídlení v době římské a

stěhování národů od 1. stol.př.n.l do 6. stol.n.l. Na druhou stranu však na konci tohoto období, kam datujeme počátek slovanského osídlení, najdeme v pohraničních horách a Českomoravské vysočině přírodně se vyvíjející les a v opuštěných oblastech bývalého osídlení lesy vzniklé druhotnou sukcesí. Šíření kulturní stepi napomáhá od 12. do 14. století také zemědělská kolonizace. Nárůst domácího obyvatelstva přirozeně znamená nárůst zemědělské půdy a tedy i úbytek té lesní. Kromě toho je také les využíván v podobě dřeva nebo dřevěného uhlí v rozvíjejících se řemeslech jakými jsou hornictví a hutnictví, ale také při stavbě měst, hradů, klášterů nebo úpravě cest, zakládání rybníků, vinogradů a skláren. Těžba dříví probíhá velmi jednoduše, tzv. sečí toulavou, vybírají se kvalitní jedinci, případně celé oblasti s vhodným dřevem. Po zásahu se nezalesňuje a vše je ponecháno přírodě. Výše popsané má negativní dopad na stav lesů a tak se současně s pokračující destrukcí porostů objevují také první snahy o jejich ochranu. V královských lesích se těží suché a polomové dřevo, rozlišuje se stavební a užitkové a v roce 1414 je v hodonínských lesech zavedena sedmiletá obmýtní doba ve výmladkových lesích. Husitské války v letech 1420 až 1434 nemají na hospodářství příznivý vliv. Vypálené vsi zarůstají lesem, ale jsou poměrně brzy znovu obnovovány, načež dochází ke konci 15. a v 16. století k hospodářskému rozvoji. Z lesů se stávají pole a louky, dřevo se uplatňuje ve znovu se rozvíjejícím hornictví a hutnictví a tržby za něj tvoří významnou část příjmů velkostatků. Zvýšená spotřeba dřeva je důvodem k holosečné těžbě, která vyžaduje větší pěstební péči. Celkově je lesnímu hospodářství, jehož jediným cílem již není jen těžba dříví, ale například ochrana porostů v zájmu včelařství nebo pastevectví, věnována pozornost. Důkazem toho budiž prováděná šetření o stavu lesů, měření, mapování a vydávání lesních instrukcí a řádů pro hospodaření v lesích. Navzdory této skutečnosti jsou lesy na sklonku 16. století silně zdevastovány. Hospodářský vývoj je však ovlivněn třicetiletou válkou v letech 1618-1648, která má podobný dopad jako války husitské. Lidé opouštějí své zničené příbytky a zemědělskou půdu, která tak znovu zarůstá lesem. Na úbytku obyvatelstva se podílí také mor. Hospodářství však brzy znovu nabírá na síle, pokračuje v rozvoji dolů, hutí a skláren, s čímž souvisí zvýšená spotřeba dřeva a návrat k holosečnému způsobu těžby. (BLUŽDOVSKÝ a kol., 1998)

Zhoršující se stav lesů vede tehdejší panovníky, Marii Terezii a Josefa II., stejně jako některé vlastníky lesů k hledání řešení. V roce 1754 spatří světlo světa

Řád lesní Marie Terezie, upravující hospodaření v lesích. O obnovu lesů se stará především nově vznikající profese lesníků, mezi jejichž největší osobnosti patří Josef Ressel, který paradoxně nejvíce proslul vynálezem lodního šroubu roku 1827. Za nedlouho se jim daří zajistit nové jehličnaté porosty pro potřeby průmyslové revoluce. Výhodou takových monokulturních lesů je jejich poměrně rychlá obnovitelnost, nevýhodou naopak vyšší náchylnost k přírodním kalamitám. (MZE, 2008)

Velký podíl na záchraně našich lesů má také skutečnost, že se v 19. století stává hlavním palivem v průmyslu minerální uhlí. A to i přes paradoxní odmítavost majitelů lesů i lesníků, kteří navzdory katastrofálnímu stavu lesů a nedostatku dřevní hmoty, vidí v uhlí velkého konkurenta dřeva. Lesní těžba se tak zaměřuje na produkci velmi žádaného stavebního a užitkového dříví. S rozvojem železniční dopravy dále stoupá význam lesnictví pro rozvoj celého tuzemského hospodářství a změny výrazně podporují také osvětu obyvatelstva. (NOŽIČKA, 1957)

Ve 20. století ovlivňují další vývoj lesů civilizační změny. Dochází ke zvyšování výměry lesů, které namísto produkci dřeva slouží novým zájmům, především vodohospodářství a rekreaci. Navzdory snižování výměry takových lesů stavbou rekreačních objektů, sídlišť, průmyslových podniků a komunikací a s tím souvisejícímu poškození imisemi, se celková výměra lesů zvyšuje zalesňováním půd, které nejsou nijak využívány. 50.-70. léta se nesou ve znamení těžeb nad étát v tzv. zájmu rozvoje národního hospodářství. Pozitivní je naopak snaha o přiblížení dřevinné skladby hospodářských lesů přírodnímu lesu, ovlivněním hospodaření. (BLUŽOVSKÝ a kol., 1998)

3.2.2 Současnost

Jakkoliv pochopitelným krokem dřívějších lesníků, vzhledem ke katastrofálnímu stavu našich lesů té doby, bylo rychlé zalesnění monokulturními porosty, nic to nemění na skutečnosti, že tak hluboce porušili biologickou rovnováhu v přírodě. (HRABÁK, PORUBA, 2005)

České republice však patří jedno z předních míst v Evropě, co se týče výměry lesa vzhledem k celkové výměře státu (MZE, 2008) a hospodaření v nich je ve

srovnání se světem dlouhodobě na velmi vysoké úrovni. Důkazem budiž seminář „České lesnictví ve světě“ (2004) České lesnické společnosti, kde jednotliví autoři seznamují ostatní s výsledky své práce související s postavením našeho hospodářství ve světě. STRÍTECKÝ (2004) uvádí: „Rozvoj lesního hospodářství v České republice za 85 let její existence umožnil vybudovat ucelený systém plánování a hospodaření, který je ve srovnání se světem na špičkové úrovni. Systémově pojaté řešení lesnických otázek má uplatnění kdekoliv na Zemi. Rozdílné podmínky pouze vyžadují detailní korekce přizpůsobované jinému klimatu. Podílet se na zlepšování životního prostředí a spoluvytvářet nové surovinové zdroje je významnou výzvou globálního významu.“ Ze zápisu semináře vyplývá, že se mnoho našich lesníků podílí na rozvoji lesnictví v zahraničí a svými zkušenostmi pomáhají řešit problémy rozvojových zemí například se zalesněním nebo produkcí dřevní hmoty. SIMANOV (2004): „České lesnictví má vynikající úroveň a absolventi lesnických škol jsou profesně připraveni tak, že jsou schopni bez větších obtíží zvládnout odborné působení mimo Evropu... V zemích, kde je dříví jediným zdrojem energie pro obyvatelstvo, a kde těžba převládá nad zalesňováním, jsou lesnické projekty nesmírně potřebné.“

V našich lesích sice stále výrazně převažuje smrk (51 %), nicméně jeho zastoupení, stejně jako zastoupení dalších hlavních jehličnanů, borovice a modřínu, se stále snižuje. Naproti tomu mírný nárůst vykazuje jedle a přibývá listnatých dřevin, především buku. Děje se tak v setrvalé snaze přiblížit stav lesů lesu přírodnímu a navrátit přírodě výše zmíněnou biologickou rovnováhu. (tab. 1) (MZE, 2015)

Tab. 1: Rekonstruovaná přirozená a současná skladba lesů v % (ÚHÚL in MZE 2015)

Skladba lesů	smrk	jedle	borovice	modřín	ost. jehličnaté	Sa jehličnaté	dub	buk	habr
přirozená	11,2	19,8	3,4	0	0,3	34,7	19,4	40,2	1,6
současná	50,7	1,1	16,5	3,9	0,3	72,5	7,1	8	1,3
doporučená	36,5	4,4	16,8	4,5	2,2	64,4	9	18	0,9
	jasan	javor	jilm	bříza	lípa	olše	ost. listnaté	Sa listnaté	holina
přirozená	0,6	0,7	0,3	0,8	0,8	0,6	0,3	65,3	0
současná	1,4	1,4	0	2,8	1,1	1,6	1,6	26,3	1,3
doporučená	0,7	1,5	0,3	0,8	3,2	0,6	0,6	35,6	0

Celkově dochází v posledních letech ke zvyšování výměry lesních porostů (tab. 2), stejně jako porostní zásoby dřeva. (tab. 3) Částečně se tak děje kvůli neustálému vývoji a zpřesňování měřících technik a zařízení. Částečně samozřejmě díky reálnému přírůstku, převažujícím nově zalesněným plochám nad oblastmi z lesa odnímanými. Porostní zásoba, vzhledem ke zmíněným důvodům, zaznamenala od roku 1930 více než dvojnásobný přírůst. (MZE, 2015)

Tab. 2: Vývoj celkové výměry lesních pozemků v ha (ČÚZK in MZE 2015)

Rok	2010	2011	2012	2013	2014
plocha lesních pozemků	2 657 376	2 659 837	2 661 889	2 663 731	2 666 376

Tab. 3: Celkové zásoby dřeva v mil. m³ (ÚHÚL in MZE 2015)

Rok	1930	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2014
Zásoba dřeva	307	322	348	445	536	564	630,5	680,6	689

„Věková struktura našich lesů je nerovnoměrná. V posledních letech znatelně narůstá výměra přestárých porostů (nad 120 let), což může znamenat ekonomické ztráty do budoucna. Může to být způsobeno režimem obhospodařování lesů ve zvláště chráněných územích a lesů ochranných, ale také odsouváním obnovy ekonomicky neatraktivních méně přístupných nebo méně kvalitních porostů v lesích hospodářských.“ (MZE, 2015)

3.2.3 Vlastnictví lesů

Novodobé nahlížení na vlastnictví lesů má svůj původ v 50. letech 19. století, v té době převládají soukromí vlastníci (80 %), ostatní lesy patří obcím, církvím a státu. Taková situace, téměř beze změny pokračuje do první světové války, mezi válkami je ovlivněna pozemkovou reformou a od konce druhé světové války do 60. let 20. století dochází ve vlastnických právech k velkým změnám, které vyústí v zestátnění 95,8 % lesů. (MZE, 2008)

V současnosti je vlastnická struktura stabilizovaná. K výraznějším změnám v procentech bude nadále docházet jen ve výjimečných případech navrácení státního lesního majetku církvím. Převažuje vlastnictví státu (necelých 60 %), z čehož naprostou většinu (50 %) obhospodařují Lesy České republiky, významné zastoupení mají také Vojenské lesy a statky České republiky a lesy na území národních parků. Z ostatních, nestátních vlastnictví jmenujme obecní a městské lesy a lesy ve vlastnictví fyzických osob, oboje více než 10 %. (MZE, 2015)

3.2.4 Vojenské lesy a statky ČR

Vojenské lesy a statky ČR, s.p., zkráceně VLS, jsou státním podnikem, který hospodaří ve výcvikových prostorech armády. Poprvé jsou v literatuře zmíněny již v roce 1905 v tehdejším Rakousku-Uhersku v souvislosti se vznikem vojenského cvičiště Milovice ve Středních Čechách. Od té doby prošla organizace mnoha změnami a postupně vznikaly další vojenské oblasti. S rozdělením federace přišlo rozdělení podniku, po roce 1989 vznikají Vojenské lesy a majetky SR na Slovensku a Vojenské lesy a statky ČR, v současnosti zahrnující osm divizí na celém území naší republiky. Ředitelství VLS sídlí v Praze. (Web Vojenské lesy a statky, 2016)

Pro potřeby praktické části práce laskavě svolila ke spolupráci divize Hořovice, rozkládající se převážně na území bývalého vojenského újezdu Brdy.

3.2.5 Vojenský újezd Brdy

Historie vojenského výcvikového prostoru v Brdech se začíná psát po první světové válce, která ukázala nutnost zesílit dělostřelectvo. Hledá se vhodný prostor pro potřeby vojenského cvičiště, vyhovující moderní technice té doby, který by navíc nabídl dostatečné lesní plochy, kde lze nerušeně hospodařit. Jako ideální se jeví Brdy. (CÍLEK a kol., 2005)

Navzdory tomu, že se roku 1920 objevil ve sněmovně návrh na zřízení národního parku, ve smyslu ochrany přírodních krás právě oblasti Brd. Návrh byl odložen pro naléhavější otázky nově zformované Československé republiky a již neprojednán. (ČÁKA, 1998, s. 19; cit. dle BENEDIKT, 2014, s. 53)

Přes nemalé protesty jednotlivců i organizací, vzniká, podpořena několika příznivými posudky, Dělostřelecká střelnice v Brdech s velitelstvím v Jincích. Je zahájeno kácení lesa na místě budoucích cílových ploch a 19.5.1930 již na široké paseky dopadají první dělostřelecké granáty. Bezpečnost obyvatel během střelby zajišťuje tzv. návěstní služba, hlídkující v určitých úsecích a vyvěšující strážní koše, prapory a tabulky. Mimo čas výcviku je do lesů vstup na vlastní nebezpečí možný při zakoupení zvláštního povolení, ne však k cílovým plochám, i když uzavřeny nejsou. Za druhé světové války je celý prostor přísně střežen nacisty, kteří ho využívají pro vlastní výcvik. Na mnoha místech rozšiřují cvičiště na úkor obyvatelstva a plánují vystavět v Brdech letiště a dlažbou zpevněné komunikace. Stihnou však jen odlesnit přibližně 50 ha lesa, které jsou po válce opět zalesněny. V nejbližším okolí cvičiště operují s obětavou pomocí místních četná partyzánská hnutí, dnes jejich památku připomínají pomníčky. Po odchodu nacistů přebírá prostor obnovená československá armáda a využívá ho stejně jako před válkou, jen na větší ploše. 1.6.1950 je zřízen Vojenský újezd Brdy se sídlem v Jincích, což má za následek další rozšiřování prostoru a vysídlování. Vstup na území újezdu je zakázán, ale lidé se přesto často vydávají za jeho hranice sbírat lesní plody. Kromě pokračujícího výcviku má újezd i mírová využití, mezi něž vedle těžby a hospodaření s dřevní hmotou, patří například rekreace pro příslušníky armády, pionýrské tábory či sportovní a jiné volnočasové aktivity. Zároveň dochází ke snahám o navrácení a udržení biologické rovnováhy, stejně jako zdravotní nezávadnosti prostředí Brd. Nicméně stále nic nenasvědčuje tomu, že by měl být vojenský újezd Brdy, od 1.1.1993 využíván samostatnou Armádou České republiky, zrušen. Sice se znovu objevují hlasy volající, když ne přímo po jeho zrušení, alespoň po zpřístupnění určitých oblastí, ale i takové co tvrdí, že území je díky vyčlenění k vojenským účelům chráněno před škodlivými vlivy civilizace a zachovává si velké přírodní bohatství vícerého druhu. Ještě v době vydání knihy, z níž jsou informace čerpány, připravuje Správa bojové přípravy GŠ AČR návrh koncepce rozvoje vojenských újezdů. (CÍLEK a kol., 2005)

Vojenský újezd Brdy je zrušen „Zákonem o hranicích vojenských újezdů“ č. 15/2015 Sb. uplynutím dne 31. prosince 2015 společně s Újezdním úřadem vojenského újezdu Brdy se sídlem v obci Jince. Následujícího dne, 1.1.2016 nabývá účinnosti „Nařízení vlády o Chráněné krajinné oblasti Brdy“ č. 292/2015 Sb.,

zřizující Chráněnou krajinnou oblast Brdy na území Středočeského a Plzeňského kraje. V lesích nadále hospodaří podnik VLS.

V souvislosti s těžbou dříví, která nás bude dále v textu zajímat, uvádí Bohumil FIŠER (2015), vedoucí oddělení správy CHKO Brdy v rámci regionálního pracoviště Střední Čechy v rozhovoru pro Příbramský deník, že vznik CHKO nijak neomezí v Brdech těžbu. Dále připomíná, aby vnesl světlo do mylných závěrů společnosti, že většina lesů bývalého újezdu je tzv. hospodářský les (funkce lesa budou popsány později), který se v mýtním věku vykácí a zasadí nový. (Web Příbramský deník, 2015)

3.2.6 Hospodářská úprava lesů

Hospodářskou úpravou lesů se v České republice zabývá Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, zkráceně ÚHÚL, se sídlem v Brandýse nad Labem. ÚHÚL je státní organizací zřízenou Ministerstvem zemědělství. Mimo jiných úkolů v oblasti lesnictví a myslivosti, je jeho hlavní funkcí provádět Národní inventarizaci lesů (NIL). „*NIL je nezávislé šetření o skutečném stavu a vývoji lesů. Jejím úkolem je podat souhrnné údaje o stavu lesů v České republice jak z pohledu trvalé udržitelnosti životního prostředí, tak z hlediska hospodářského využití.*“ (Web ÚHÚL, 2015)

Nástrojem k dosažení cílů NIL jsou tzv. Lesní hospodářské plány a Lesní hospodářské osnovy. Obsahují informace o konkrétním porostu a závazná i doporučující ustanovení ohledně výše těžeb či podílu melioračních dřevin, která se ho týkají. Lesní hospodářské plány se zpravidla zpracovávají na 10 let a jejich vyhotovení jsou povinny zajistit právnické i fyzické osoby vlastníci více než 50 ha lesa v působnosti orgánu státní správy lesů. Hospodařit podle něj však mohou i právnické nebo fyzické osoby vlastníci méně než 50 ha lesa. Lesní hospodářské osnovy se zpracovávají pro vlastníky lesů s výměrou menší než 50 ha, není-li pro ně vypracován Lesní hospodářský plán. Jejich platnost je obvykle 10 let a orgán státní správy je poskytuje vlastníkům lesů bezplatně. (Lesní zákon č. 289/1995 Sb.)

V praktické části práce jsem pracoval s údaji z lesních hospodářských plánů dané oblasti.

3.2.7 Funkce lesa

Funkce lesa nejsou jednoznačným pojmem, existuje mnoho způsobů jejich rozlišení. Studii na toto téma zpracoval Jiří MATĚJÍČEK (2003). Vymezuje v ní několik souvisejících pojmů a s jejich pomocí představuje náhledy jednotlivých autorů v historii lesnictví na danou problematiku. Jeho záměrem, jak sám uvádí, není vytvořit absolutně správné názvosloví a členění, nicméně podat čtenáři přehled alternativ, aby si udělal vlastní názor.

Pro potřeby této práce jsem si zvolil základní rozdělení funkcí lesa na produkční a mimoprodukční. To, že se na tomto způsobu chápání lesa za posledních 30 let téměř nic nezměnilo, dokládá skutečnost, že kapitola „Funkce lesa“ v publikaci BALCARA a HAJDUOVÉ (1986) má prakticky totožnou strukturu jako novodobá informační tabule Lesů České republiky (2012) „Funkce lesa“ pro oblast Bezručův vrch a jeho okolí.

- **Produkční** – Jedná se především o les jako o místo, kde je těženo dřevo. Tato funkce je zásadní pro mou práci. Patří sem však i jiné produkty lesa jako například lesní plody nebo houby.
- **Mimoprodukční**
 - **Půdochranná** – Zabraňuje erozi zpevnováním půdy.
 - **Vodochranná** – Zadržuje vodu, čímž omezuje odtok například při povodních a zároveň zabraňuje vysychání půdy.
 - **Klimatická** – Ovlivňuje okolní teplotu, snižuje rychlost větru a zadržuje prašné částice.
 - **Zdravotní a hygienická** – Filtruje ovzduší a vody, detoxikuje prostředí a v obydlených oblastech tlumí hluk.
 - **Rekreační**

(Web Lesy ČR, 2015)

Publikace obsahuje oproti informační tabuli navíc pouze mimoprodukční funkci „Kulturně estetickou.“ Domnívám se, že taková funkce lesa nemusí být na informační tabuli uváděna jednoduše proto, že pro turisty, kteří se s tabulí setkají, představuje právě její naplnění hlavní důvod, proč se rozhodli konkrétní les navštívit.

Podle převažujících funkcí rozlišujeme tři kategorie lesů: hospodářský, ochranný a zvláštního určení. Les zvláštního určení svou výměrou trvale mírně zvyšuje, což je dáno také zvětšujícími se požadavky společnosti na plnění mimoprodukčních funkcí lesa. (tab. 4) (MZE, 2015)

Tab. 4: Vývoj kategorizace lesů v % (ÚHÚL in MZE 2015)

Rok	lesy hospodářské	lesy ochranné	lesy zvláštního určení
1980	78,2	4	17,8
1985	68,2	3,1	28,7
1990	58,4	2,5	39,1
1995	57,2	2,7	40,1
2000	76,7	3,5	19,8
2010	75	2,7	22,3
2014	74,5	2,6	23

3.3 Lesní těžba

Společně se zvyšující se výměrou lesa roste také celkový objem lesní těžby. Mezi posledními statisticky vyhodnocenými roky lesního hospodářství v ČR stoupla o 0,15 mil. m³, přičemž podíl těžby listnatých dřevin na celku zůstává přibližně stejný. (tab. 5) (MZE, 2015)

Tab. 5: Vývoj lesní těžby na území českého státu (ČSÚ in MZE 1999, 2006, 2015)

Těžba dřeva	Tj.	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014
Jehličnatá	mil.m ³	12,82	12,17	11,31	12,85	13,88	15,07	13,06	13,23	13,47
Listnatá		1,09	1,16	1,06	1,59	1,63	1,67	2,01	2,1	2
Celkem		13,91	13,33	12,37	14,44	15,51	16,74	15,06	15,33	15,48
Na 1 obyvatele	m ³	1,34	1,29	1,2	1,41	1,52	1,59	1,43	1,46	1,47
Na 1 ha lesa		5,29	5,07	4,7	5,48	5,86	6,3	5,66	5,76	5,8

3.3.1 Pracovní prostředky lesní těžby

Pracovní prostředky v těžbě dřeva rozlišujeme na klasické dřevorubecké ruční náčiní a moderní těžební techniku. (ŠKAPA a kol., 1987)

Zásadní změnou ve způsobu těžby na našem území, bylo hromadné zavedení motorových pil. Postupem času nahradily ruční nářadí a znamenaly zvýšení produktivity práce, snížení počtu úrazů a v neposlední řadě menší fyzickou zátěž. (GROSS, 1999) V 70. letech 20. století udělala mechanizace další krok vpřed v podobě těžkých těžebních strojů a i přes častý odpor lesníků se tzv. harvesterová technologie usadila i v našich podmínkách. (SLOUP, 1999)

- **Ruční dřevorubecké nářadí**

Patří sem hlavně sekery a pily, ale také pomocné nářadí jako například různé druhy klínů. (ŠKAPA a kol., 1987)

- **Mechanizační prostředky**

- a) **Motorové pily** – Dále se dělí například podle druhu motoru, počtu obsluhujících pracovníků nebo hmotnosti a výkonu.

- b) **Těžební stroje** – Skládají se z pojezdové části a pracovních adapterů, sloužících k výkonu jednotlivých těžebních operací, mezi které patří kácení, odvětvování, zkracování, třídění nebo ukládání. Víceoperační stroje dokážou provádět v jednom cyklu hned několik zmíněných operací. Odvětvování a ještě alespoň jednu další funkci zajišťují tzv. procesory. Stroji, který kácí a zároveň například odvětvuje, se říká harvester a budeme se mu dále podrobněji věnovat. (KYSEL, 1980)

3.3.2 Těžební metody

Podle stavu, v jakém se těženy strom dostane na okraj porostu, tzv. odvozní místo (OM), rozlišujeme tři základní těžební metody. (ŠKAPA a kol., 1987)

- **Metoda sortimentová** – Sortiment představuje: „*Kus dřeva vyhovující rozměry a jakostí potřebám určitého výrobního nebo spotřebního odvětví. Je to obvykle polovýrobek (polotovár).*“ (LYSÝ, 1963) V případě této metody se sortimenty vyrábějí rovnou na lokalitě pařez. Pracuje-li v porostu

víceoperační stroj, disponující možností kácet, odvětvovat a krátit dle potřeby spotřebitele, jedná se také o metodu sortimentní.

- **Metoda surových kmenů (kmenová)** – Strom se pokácí a odvětví, kmen v celé délce je dopraven na odvozní místo.
- **Metoda celých stromů (stromová)** – V porostu je strom pouze pokácen, na OM následují další potřebné operace, případně je zpracován na štěpky. (rozsekán) (ŠKAPA a kol., 1987)

3.3.3 Doprava dříví

Dopravou surového dříví rozumíme veškerou přepravu dřevní hmoty, následující po jejím vytěžení v lokalitě pařez. Dělíme ji zpravidla na soustředování a odvoz.

- **Soustředování dříví** – Označuje souhrn všech činností, které vedou k uložení dříví na OM. Patří sem vyklizování z místa těžby k přibližovací lince, sestavení nákladu, přibližování dříví k OM a finální uložení. Podle použitých prostředků rozlišujeme soustředování nemechanizované a mechanizované. Podle způsobu zajištění nákladu úvazkové a bezúvazkové.
- **Odvoz dříví** – Následuje po soustředování a představuje přemístění vytěženého dříví z OM na expediční sklady nebo přímo na sklady spotřebitelů. (ŠKAPA a kol., 1987)

3.3.4 Pracovní prostředky dopravy dříví

- **Soustředování dříví** – Klasickým způsobem soustředování dříví je využití tažné síly koně. Práce koně je ekonomicky výhodná a spolehlivá i ve složitějších podmínkách. Obsluhu speciálně vycvičeného zvířete zajišťuje kvalifikovaný kočí. Mechanizace, pronikající do všech odvětví lesního hospodářství, se však uplatnila i zde. V terénu s vysokým sklonem svahu se využívají lanová dopravní zařízení a moderní soustředování dříví představují

tzv. vyvážecí soupravy, různě modifikované univerzální a speciální lesní traktory. (ŠKAPA a kol., 1987)

- **Odvoz dříví** – V českém lesnictví se pro odvoz dříví používají nejčastěji silniční motorová vozidla, méně pak doprava železniční. Motorová vozidla disponují přípojnými vozidly, jako jsou přívěsy nebo návěsy, pro uložení surového dříví a nakládacím zařízením v podobě navijáku nebo hydraulické ruky. (KYSEL, 1980)

3.4 Harvester

„Samopojízdný víceoperační stroj, který kácí, odvětňuje, rozřezává a ukládá strom v jednom cyklu.“ Je konstruován pro mytní a probírkovou těžbu v jehličnatých porostech. (ULRICH a kol., 2006)

3.4.1 Harvesterový uzel

Macků (2014) uvádí následující rozdělení pracovní operace harvesterového uzlu:

Harvester

- jízda stroje do nového postavení,
- pokácení stojícího stromu,
- odvětvení kmenu,
- sortimentování kmenu,
- změření a zaznamenání rozměrů a objemu kmene a jednotlivých sortimentů,
- popřípadě odkornění (běžně se neprovádí).

Vyvážecí traktor

- jízda stroje z OM do porostu,
- naložení dříví v porostu,
- vyvážení dříví z porostu na OM,
- složení dříví na OM podle jednotlivých sortimentů.

3.4.2 Historie harvesterové technologie

První stroje mají svůj původ ve skandinávských zemích, především Švédsku a Finsku. K rozvoji harvesterů přispěly firmy jako Lokomo, Mackeri, Kockum a později také Timberjack z Kanady, kde v roce 1973 zkonstruovali svůj těžební víceoperační stroj. Původním kácecím nástrojem byly nůžky, které se však neukázaly jako příliš vhodné a byly brzy nahrazeny motorovou pilou. (ULRICH a kol., 2002)

V Čechách se začaly těžké těžební stroje objevovat v polovině 70. let a sloužila především k likvidaci kalamit. Tehdy se ještě jednalo o těžební metodu surových kmenů, kterou realizovaly jednooperační kácecí stroje ve spolupráci s procesory, provádějícími odvětvování a svazkování. Rok 1977 přinesl významnou změnu, první harvester vzniklý namontováním nástavby na vyvážecí soupravu, vyznačující se obrovskou produktivitou práce. O rok později už se objevil první harvester se speciálním podvozkem, schopný pracovat ve větších sklonech. Všechny stroje spadají do tzv. I. generace těžebně-dopravních strojů, kácení probíhá většinou metodou celých stromů, kácecí hlavice je často konstruována přímo na podvozku strojů a vyváží strom z porostu ve vzpřímeném stavu nebo upevněný ve svěrném oplenu. (harvesterová technologie v počátcích viz. tab. 6) První harvestory II. generace se ve světě objevily roku 1987 a v ČR na konci roku 1988. Kácecí hlavice, namontována na konci hydraulického ramene, je schopna na jedno uchopení strom pokácet, odvětvit a krátit na požadovanou délku. Stroje jsou určeny především k probírce v mladých porostech a vyznačují se výrazně nižší hmotností než jejich předchůdci. (LASÁK, NĚMEC, 1996)

Devadesátá léta 20. století se nesla ve znamení velkého rozšíření harvesterových technologií v zemích střední Evropy, jako Německo, Švýcarsko a Rakousko. I když se stroje zprvu neseťkávaly s vřelým přijetím, vysoká produktivita a šetrnost práce nakonec přesvědčily i lesníky ve zmíněných zemích. (NERUDA, 2008)

V našich podmínkách zaznamenalo jejich uplatnění velice rychlý rozvoj, o čemž svědčí ohromný skok v počtu harvesterů, stejně jako vyvážecí techniky a jejich podílu na celkovém objemu těžby, mezi roky 2002 a 2006. Od té doby se zastoupení obou složek harvesterového uzlu na území České republiky ještě více než

zdvojnásobil. (tab. 7) Nejvíce zastoupeným výrobcem harvestorové technologie je u nás John Deere (dříve Timberjack). (MZE, 2015)

Tab. 6: Vývoj celkového počtu harvestorových technologií v ČR v raném období (DOUDA, 1986 in MALÍK, DVOŘÁK, 2007)

Stroj	1976	1977	1978	1979	1980
Harvestor	0	1	3	10	13
Vyvážecí traktor	49	60	65	73	68

Tab. 7: Vývoj celkového počtu harvestorových technologií a jejich podílu na celkovém objemu těžby v ČR v současnosti (MZE 2003; LDF MZLU in MZE 2005, 2007, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015)

Rok	2002	2004	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014
harvestor	58	94	222	332	369	380	400	432	494
% celk. těžby	6,8	15,4	23	30	25	35	31	31	29
vyv. traktor + vyv. souprava	119	240	444	609	708	712	773	902	976

3.4.3 Rozdělení harvestorů

„Podle tloušťky zpracovávaných kmenů se tyto stroje dělí do 3 základních výkonových kategorií.“ (MALÍK, DVOŘÁK, 2007) (tab. 8)

Tab. 8: Rozdělení harvestorů podle výkonových tříd (FPP Harvestor/Forwarder in ULRICH a kol., 2002)

Výkonové třídy		malý	středně velký	velký
výkon	kW	méně 70	70-140	nad 140
hmotnost	t	4-8	9-13	13-15 (18)
šířka	cm	160-200	240-280	260-290
dosah jeřábu	m	6	8,5-10	10-11 (15)
hmotnatost stromu	m3/strom	do 0,15	do 0,35	nad 0,35
max. průměr na úřezu	cm	20-35	35-45	45-65
výkon	m3/mth +	3-5	4-8	5-15
roční výkon	tis.m3/rok	7-8	12	18

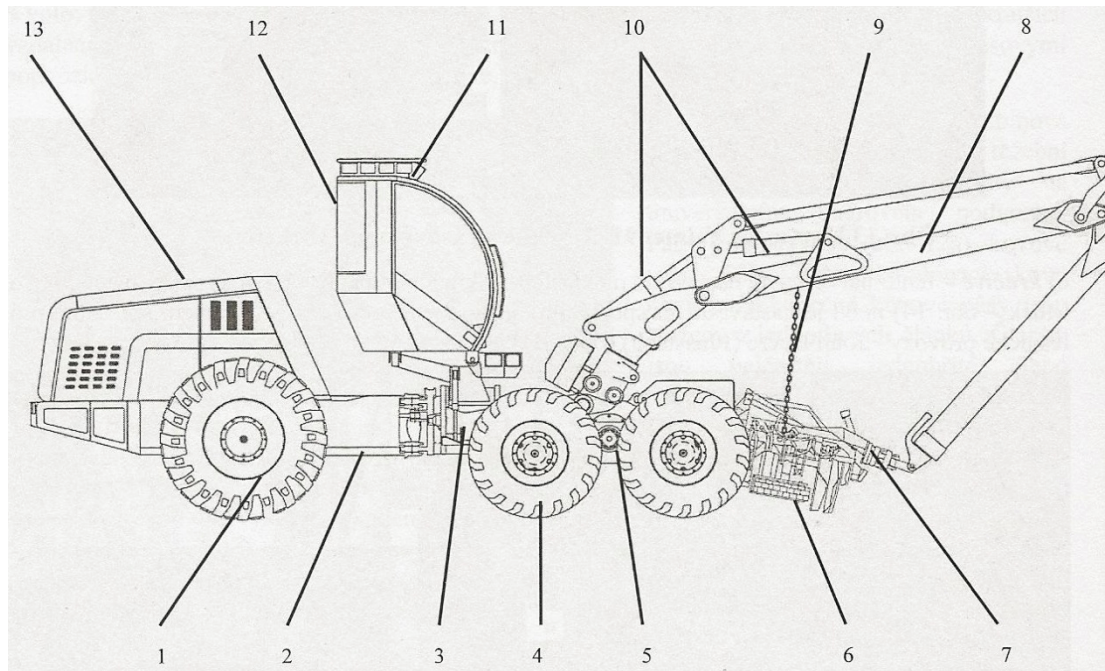
+ motohodina zahrnuje 15 min. přestávku

Dále dělí MALÍK a DVOŘÁK (2007) harvestory podle:

- **Umístění těžební hlavice**
 - a) **Širokozáběrové** – těžební hlavice je umístěna na hydraulickém jeřábu, stroj těží z vyvážecí linky
 - b) **Úzkozáběrové** – těžební hlavicí nese zesílený přední rám kabiny, stroj zajíždí do porostu k těžnému stromu
- **Technologie zpracování stromu**
 - a) **Jednouchopové** – širokozáběrové harvestory, kdy je těžební hlavicí zpracován celý strom
 - b) **Dvojúchopové** – kácecí hlavice strom pouze pokácí, ostatní operace provádí výkyvná procesorová hlavice v zadní části harvestoru
- **Způsobu pohybu**
 - a) **Kolové** – nejčastější druh harvestoru v ČR (MZE, 2015); stroje jsou čtyř- až osmikolové, na rozdíl od pásového podvozku schopné přepravy po zpevněných cestách na kratší vzdálenost (cca 30 km)
 - b) **Pásové** – pásový podvozek je ideální na méně únosné půdy, kvůli nízkému měrnému tlaku; stroje vynikají velkou stabilitou a svahovou dostupností
 - c) **Kráčející** – v současné době spíše raritní pohybové ústrojí

3.4.4 Konstrukce harvestoru

Jako příklad k popisu konstrukčních prvků poslouží šestikolový harvestor. (obr. 1)



1. Kola zadní nápravy, 2. Zadní rám, 3. Přední rám, 4. Kolo přední boogie nápravy, 5. Boogie náprava, 6. Harvestorová hlavice, 7. Rotátor, 8. Hydraulický jeřáb (výložník), 9. Zajišťovací řetěz, 10. Přímočaré hydromotory, 11. Osvětlení, 12. Kabina, 13. Motor harvestoru

Obr. 1: Šestikolový harvestor (NERUDA a kol., 2008)

Podvozek

Je tvořen hydraulicky ovládaným předním a zadním vozíkem ve zlomovacím kloubovém rámu, který se může natočit až do úhlu 40 stupňů. Nápravy vozíku jsou pevné, výkyvné nebo tandemové, tzv. boogie. Boogie náprava s dvěma malými koly oproti jednoduché nápravě s velkým kolem lépe překoná velkou překážku, aniž by došlo k narušení stability vozidla. (ULRICH a kol., 2002)

Hydraulický jeřáb

Jeřáb nese těžební hlavici a nejčastěji je montován před kabinu harvestoru. Jeřáby rozlišujeme podle konstrukce na:

- **Jeřáb s hlavním výložníkem, zlamovacím a teleskopickým ramenem (nebo jen výložníkem se zlamovacím systémem)**
- **Jeřáb se zlamovacím a teleskopickým výložníkem**
- **Jeřáb s paralelně vedenými výložníkovými rameny**

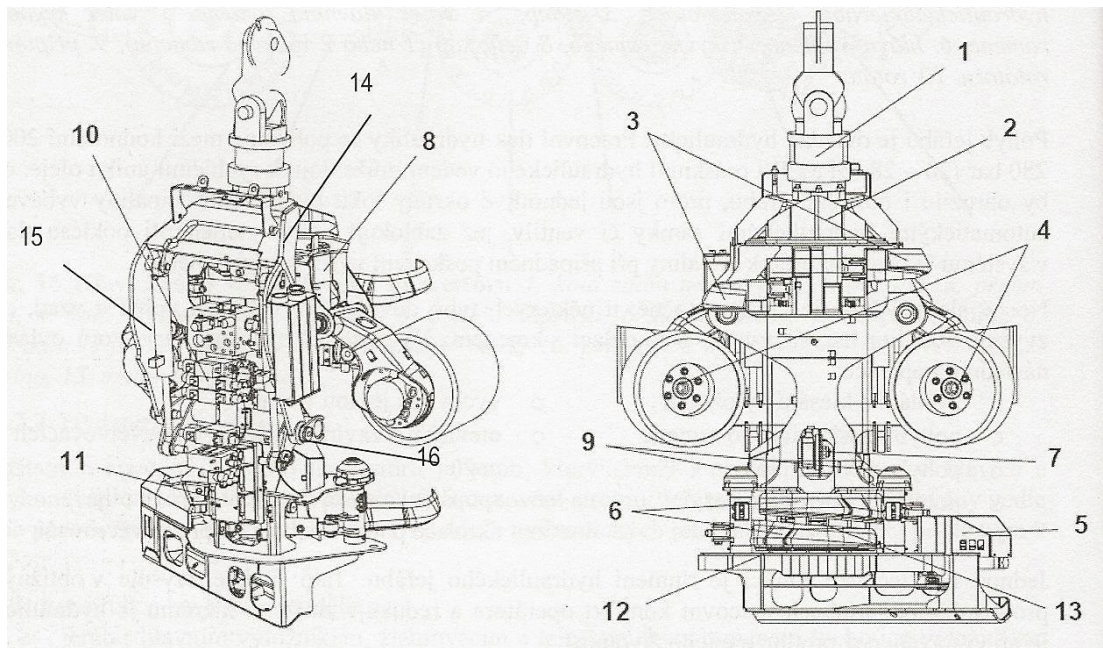
Nejjednodušší, nejlevnější a nejpoužívanější je provedení jen se zlamovacím ramenem, přidáním teleskopu získá výložník stabilitu a větší dosah jeřábu. Paralelně vedená ramena vynikají v pohyblivosti. Těžební hlavice je montována na konci jeřábu na tzv. rotátor, umožňující její otáčení.

Hydraulické systémy harvestorů ovládají následující operace:

- Zvedání a klesání výložníků
- Pohyb teleskopického ramene
- Pohyb vlevo a vpravo
- Pohyb rotátoru s hlavicí
- Vychýlení jeřábu v rámu
- Otevírání a zavírání úchytných odkorňovacích nožů
- Spouštění a zastavování motorové pily
- Aktivace podávacích válců pro odkornění

(ULRICH a kol., 2002)

Těžební hlavice



1. Rotátor s křížovými ložisky, 2. Nepohyblivý horní odvětvovací nůž, 3. Pohyblivé horní odvětvovací nože, 4. Motory posuvu, 5. Řezací jednotka, 6. Pohyblivé dolní odvětvovací nože, 7. Měřící kolečka délky, 8. Výrobní číslo harvestorové hlavice, 9. Senzor průměru, 10. Blok ventilů ovládání hlavice, 11. Modul HHM harvestorové hlavice, 12. Tryska barevného značení (příslušenství), 13. Vodící válec, 14. Závěsný rám, 15. Hydromotor sklápění pracovní části, 16. Ložiska sklápění pracovní části

Obr. 2: Konstrukční prvky harvestorové hlavice (NERUDA a kol., 2008)

„Kácení hlavice má za úkol strom uříznout, sklopit do pracovní polohy, odvětvit, zkrátit a uložit.“ Kácení probíhá následovně. Hlavice je nasazena vertikálně na patu stromu, který sevřou odvětvovací nože a motory posuvu, načež pila provede jeho odříznutí. V horizontální poloze protáhnou motory posuvu, opatřené přítlačnými hroty, žebrováním či řetězy, kmen přes odvětvovací nože a pila odřízne sortimenty požadované délky. Operaci řídí počítačový systém pomocí senzorů a měřícího kolečka délky na harvestorové hlavici. (obr. 2) Záznamy z měřícího a řídicího systému harvestoru, slouží provozovateli jako hlášení o objemu těžby v rámci směny a porostu. (ULRICH a kol., 2002)

Kabina

Kabina poskytuje řidiči harvestoru, tzv. operátorovi, maximální hygienu a bezpečnost. Disponuje schopností nivelování neboli vyrovnávání na svažitéch terénech, přičemž nárazy tlumí hydraulika. Sedačka splňuje ergonomické funkce pro ideální pracovní podmínky, je odpružená a vyhřívaná. Samozřejmostí je také klimatizace. Nachází se zde výstupní obrazovka počítačového systému, kde operátor nastavuje potřebné sortimenty a krom jiného především dvě řídicí páky ovládající funkce jeřábu. (obr. 3) (MALÍK, DVOŘÁK, 2007)



Obr. 3: Kabina harvestoru (archiv autora)

3.4.5 John Deere 770D

Tento malý čtyřkolový harvester, určený zejména k probírkové těžbě, se již nevyrábí, nicméně pracuje v divizi Hořovice Vojenských lesů a statků ČR a jeho výkonnost byla předmětem sledování v mé práci. (tab. 9; obr. 4)

Tab. 9: Parametry harvestoru John Deere 770D (Web Merimex, 2016)

Parametr	Jednotka	Hodnota
Měřicí systém		Timbermatic 300
Řídicí systém		Total Machine Control
Harvestorová hlavice		H742
Dosah jeřábu	metr	9,7
Typ jeřábu		140H
Zdvihový moment	kNm	95
Motor		John Deere 4045 HTJ
Výkon motoru	kW/ot./min.	86/2000
Kroutící moment	Nm/ot./min.	498/1400
Hmotnost	t	11
Šířka	mm	2257-2400
Světlost	mm	570
Rok výroby		2007



Obr. 4: John Deere 770D v porostu (archiv autora)

3.4.6 Výhody a nevýhody harvestorové technologie

DVOŘÁK a kol. (2012) uvádí výhody a nevýhody harvestorové technologie:

Výhody

- Úspora mzdových nákladů a s nimi spojených pracovních sil
- Ukládání záznamu o vyrobeném objemu zpracovaného dříví v elektronické podobě
- Vysoká ergaticnost systému a hygiena práce
- Zachování čistoty dřevní suroviny pro další zpracování
- Omezení škod na lesních dřevinách

Nevýhody

- Náročná organizace práce pro nepřetržitý provoz stroje
- Dlouhodobé a nákladné zaškolování operátorů

- Náročnost na vzdělání operátorů v technických oborech strojírenství, elektrotechnika a lesnictví

ULRICH a kol. (2002) se ve většině bodů shoduje, nicméně co se výhod technologie týče, dává důraz na produktivitu práce. „*Vysokou produktivitu práce v probírkách – zpracování jednoho stromu cca za 1 minutu práce – není možné nahradit žádnou jinou technologií.*“

3.4.7 Dopad harvesterové technologie na životní prostředí

Ovlivnění životního prostředí je v souvislosti s harvesterovou technologií často diskutované téma. Zejména laická veřejnost nemá v moderní stroje důvěru pro jejich robustnost a představu nadměrného poškozování porostu. Z dlouhodobých studií však vyplývá, že můžeme tento způsob těžby označit za šetrný. Ovšem pouze v případě správného používání těžební techniky. Nevhodně zvolené technologické postupy a lesní technika vzhledem k porostu není pouze problémem minulosti. (MALÍK, DVOŘÁK, 2007) Ucelený návod pro správné hospodaření harvesterové technologie v podmínkách lesního hospodářství ČR, počínaje výběrem porostu a konče zásadami organizace a bezpečnosti práce, nabízí ve své publikaci ULRICH a kol. (2009).

- **Poškození stojících stromů**

Existují různé stupně poškození od odření nebo odloupení kůry po větší škodu, mající za následek snížení kvality dřeva nebo snížení stability stromu a celého porostu. (ULRICH a kol., 2006) Nejmenší poškození stromů zůstávajících po probírce v porostu, vykazuje dle LIMBECK (2003) v porovnání s dalšími harvesterovými uzly, složení kolový harvester a vyvážecí traktor. Více než dvojnásobný počet stromů oproti vyvážecímu traktoru poškodí harvester. Vyvážecí traktor naopak způsobí v průměru větší oblast poškození kmenů i kořenů. (HAN, KELLOGG, 2000) Při správném hospodaření se daří udržet míru poškození pod 5%, u těžebních metod kmenové a stromové je to 22-25%. (MALÍK, DVOŘÁK, 2007)

- **Poškození lesních porostů hnilobou**

Většinou poranění kmene nebo kořenů nemá okamžitý vliv na strukturu dřeva, problémem je však velká náchylnost k houbové infekci v místě poškození.

Dřevo tak může znehodnotit hniloba, prorůstající za rok cca 20-60 cm. (ULRICH a kol., 2006)

- **Poškození půdy**

Hmotnost těžebních strojů vyvolává v půdě tlakové působení, v jehož důsledku mohou nastat tři negativní jevy, které popisuje NERUDA a kol. (2008).

- a) **Mechanické poškození kořenů** – způsobí přerušení absorpční funkce kořene s následným přerušením transpiračního proudu ve vodivém systému
- b) **Zhutnění půdy** – postupem času může v půdě dojít ke snížené dostupnosti volných látek, jako jsou kyslík, oxid uhličitý, voda a některé živiny
- c) **Zvýšený mechanický odpor půdy** – mechanický odpor půdy přirozeně překonává kořen při svém růstu

Kolové harvestory a vyvážecí traktory používají nízkotlaké, širokoprofilové pneumatiky, dobře rozkládající váhu, ve srovnání s univerzálním kolovým traktorem nebo speciálním lesním kolovým traktorem je jejich tlak na půdu až o 150 kPa nižší. (MALÍK, DVORÁK, 2007) Operátor harvestoru může ještě snížit tlak stroje na půdu pokrýváním vyvážecích linek těžebními zbytky, tzv. klestem. Čím větší vrstva klestu, po kterém se harvestor pohybuje, tím menší poškození podkladu. (HAN a kol., 2009)

3.4.8 Výkonnost harvestoru

ULRICH a kol. (2002) uvádí následující faktory ovlivňující výkon harvestoru:

- **Výčetní průměr kmene** – Za nejdůležitější jej považuje HEINIMANN (2001), podle něj může až za 2/3 rozdílu mezi výkonnostmi jednotlivých strojů. AKAY a kol. (2004) poukazuje na skutečnost, že harvestor zpracuje stejně rychle strom menšího i většího průměru.
- **Kvalita a zkušenost operátora** – Tento faktor je bohatě zdokumentován. Některé studie tvrdí, že operátorům může trvat až dva roky, než dosáhnou 100% své potenciální výkonnosti. (EVANSON, McCONCHIE, 1996)

Problematice operátora harvestoru, včetně zátěže, jaké je při práci vystaven, je věnována samostatná kapitola práce.

- **Typ harvestoru a provedení kácecí hlavice**
- **Počet a délka sortimentů**
- **Přístupnost terénu (sklon)**
- **Druh zeminy a vlhkost**
- **Povětrnostní podmínky (roční doba)**
- **Zakmenění**
- **Druh dřeviny**
- **Viditelnost v porostu**
- **Množství těžené dřevní suroviny na 1 ha**
- **Příprava pracoviště, vyznačení stromů a linek**
- **Plán nasazení**
- **Počet nutných přemístění stroje**
- **Denní využití stroje (směnnost)**
- **Technická spolehlivost stroje (opotřebení)**

Technologie neustále prochází vývojem s cílem zajistit zvyšování produktivity práce a z ní plynoucí rentability. (DVOŘÁK a kol., 2012) Například GINGRASS (2004) zkoumá možnosti zvýšení produktivity zpracováním více stromů najednou, tzv. multi-tree handling.

Produktivitu práce sleduje podnik jako produkci za jednotku času. (DVOŘÁK a kol., 2012) Vypracovávají se mnohé časové studie, které jsou součástí obsáhlého a neustávajícího výzkumu pracovních operací v lese. Jejich výsledky jsou použity při rozhodování o nastavení produkčních cílů, optimalizaci systému či výběru vhodného stroje. SPINELLI a VISSER (2008) například statisticky posuzují faktory ovlivňující zpoždění u jednotlivých pracovních operací rozdílných harvestorů. DVOŘÁK a kol. (2012) se ve své práci věnují sestavení výkonových norem harvestoru.

Vše pro lepší a detailnější zmapování výrobního procesu a maximální zefektivnění nasazení harvestorových technologií do porostu po dobu jejich provozuschopnosti. (ULRICH a kol., 2006)

3.5 Operátor harvestoru

V České republice není nutná žádná speciální kvalifikace ani oprávnění, aby mohl člověk vykonávat práci operátora harvestoru. Jedinými dvěma podmínkami jsou řidičské oprávnění skupiny C nebo T a osvědčení pro práci s hydraulickým jeřábem. Pro samotné zaměstnavatele, vlastníky harvestorů, je však bez pochyby důležité, aby se strojem s tak vysokou pořizovací hodnotou (několik milionů korun), manipuloval někdo, kdo je se složitým ovládním plně seznámen. Jednoznačným pozitivem pro operátora harvestoru je odborné vzdělání lesnického směru. (DVOŘÁK a kol., 2012)

3.5.1 Předpoklady pro operátora harvestoru

Mezi nejdůležitější požadavky zaměstnavatele na operátora harvestoru patří:

- Samostatnost při řešení problémů (často bývá v lese sám)
- Rozvážnost (ale ne pomalost)
- Manuální zdatnost (při ovládní stroje, při servisních pracích)
- Aktivní přístup (poznatky operátorů mohou usnadnit práci technologů)
- Kladný vztah k informačním technologiím (komunikace s měřícím a třídícím systémem harvestoru)

(DVOŘÁK a kol., 2012)

3.5.2 Směnný provoz operátorů harvestoru

Aby byl zajištěn nepřetržitý provoz harvestoru, existuje několik systémů turnusů. Zřejmě nejrozšířenější je 10/5, tzn. že operátor pracuje 10 dní na stroji (5 dní ranní směna, 5 dní odpolední směna) a 5 dní je doma. Tento systém vyžaduje 3 operátory na harvestor, přes den se střídají po 10 nebo 12 hodinách a při výměně provádějí společně údržbu stroje. Každé 4 hodiny je nutná aktivní přestávka, např. opuštění kabiny a protažení se. (DVOŘÁK a kol., 2012)

3.5.3 Zátěž na operátora harvestoru

Použití harvestorové technologie s sebou nepřináší pouze enormní nárůst produktivity práce na jednoho pracovníka, vysokou bezpečnost i hygienu práce a při správném provozování i výrazně vyšší šetrnost k lesnímu prostředí, ale i jiné nároky na řídicí činnost (NERUDA a kol., 2008) a také samotné operátory. A to jak z hlediska kvalifikace, tak z hlediska fyzického zdraví, mentálních a psychických schopností a dovedností. (PURFÜRST, ERLER, 2006)

3.5.4 Rozdělení zátěže

Zátěže, která působí na operátora harvestoru, rozlišujeme dva druhy: fyzickou a psychickou. Fyzickou zátěží rozumíme činnost, při které se aktivuje svalstvo a dojde ke svalovému stahu. Podle intenzity stahu se fyzická zátěž dělí na statickou (izometrickou), kdy sval nemění délku, ale roste v něm napětí, nebo dynamickou (izotonickou), kdy po stahu následuje svalová relaxace. Operátor harvestoru se při své práci potýká prakticky výhradně s fyzickou zátěží statickou, ať již je způsobena např. polohou (trvalý sed), prostorovým omezením (nemožnost pohybu v kabině stroje) nebo držením pákového ovladače. Psychická zátěž souvisí s potřebou neustálé pozornosti a zpracovávání informací. Konkrétně zaměstnává psychické procesy, jako jsou pozornost, paměť, představivost, myšlení a rozhodování. (DVOŘÁK a kol., 2012)

3.5.5 Současný trend

S přenecháním těžké manuální práce, jakou je těžba dříví, strojům, dochází k přeměně zátěže fyzické na zátěž psychickou. Fyzická zátěž samozřejmě zcela nemizí, jak je popsáno výše pracovníka sužuje statické zatížení, které v celkovém důsledku může potlačit výhody úbytku namáhavé, ale komplexnější fyzické práce, nicméně vlivem modernizace a využívání výpočetní techniky se zvyšuje podíl psychické zátěže. (DVOŘÁK a kol., 2012) MIRANDA a kol. (2001) dokazují, že psychický a fyzický stav pracovníků v lesnictví výrazně ovlivňuje nemocnost a úrazovost. Úrazovost v lesním hospodářství (především v těžbě dříví) je v rámci pracovních činností v ČR jednou z nejvyšších. (FANTA, ŠIŠÁK, 2014)

4 Charakteristika studijního území

Měření probíhala v hospodářských lesích státního podniku Vojenské lesy a statky, konkrétně v divizi Hořovice. (tab. 10; obr. 5)

Jednalo se o porosty:

- **65B6** (porostní charakteristika viz. příloha č. 2)
- **66A4** (porostní charakteristika viz. příloha č. 3)
- **212A5** (porostní charakteristika viz. příloha č. 4)
- **235A6** (porostní charakteristika viz. příloha č. 5)

Tab. 10: Charakteristika divize Hořovice (Web Vojenské lesy a statky, 2016)

Typ plochy	velikost (ha)
zemědělská půda	236
lesní pozemky	27 787
vodní plochy	185
zastavěné plochy	6
celkem	29 346



Obr. 5: Divize VLS a zvýrazněná divize Hořovice (Web Vojenské lesy a statky, 2016)

5 Metodika

Každá ze čtyř návštěv vojenského újezdu Brdy, později CHKO Brdy, probíhala následovně. Celkem třikrát za den, obvykle kolem osmé, dvanácté a šestnácté hodiny, byl pořízen cca 35 minut dlouhý videozáznam pracujícího harvestoru. Při prvním setkání operátor poskytl základní údaje o svém věku a praxi (tab. 11) a vždy před začátkem natáčení subjektivně zhodnotil svůj aktuální stav na stupnici 1-5, kdy 1 je nejméně a 5 nejvíce. Známkoval čtyři kategorie: stres, energie, únava a námaha. (tab. 12; tab. 13) Během dne se uskutečnila také návštěva lesní správy, za účelem získání lepší představy o těžném porostu prostřednictvím údajů z lesního hospodářského plánu (podle DVOŘÁKA, 2004 byl sestaven formulář popisu stanoviště) a vytištěné porostní mapy. Poslední výstupy z terénních pozorování pak představuje několik fotografií místa a záznam o směně z harvestoru, zaslaný později elektronickou poštou.

Z videozáznamů byly pomocí stopek změřeny časy jednotlivých operací těžebně-dopravního procesu, jehož cílem je zpracování jednoho stromu na sortimenty. Pro potřeby práce bylo využito následující rozdělení:

1. **Jízda** – Začíná pohybem kol a končí, když harvestor zcela zastaví.
2. **Pokácení** – Zahrnuje pohyb těžební hlavice, sevření a odříznutí stromu a končí pádem stromu na zem, případně zahájením **sortimentace**.
3. **Sortimentace** – Začíná pohybem motorů posuvu, pokračuje odvětvením a krácením na sortimenty (může zahrnovat případně i manipulaci s klestem), končí ji pohyb kol, zároveň zahajující další **jízdu**.

Naměřené hodnoty ve vteřinách byly převedeny do podoby počítačové tabulky a statisticky zpracovány programem STATISTICA 12. Před samotnými analýzami byly všechny údaje podrobeny Levenovu testu, který prokázal jejich použitelnost pro analýzu. Následně bylo provedeno několik t-testů, zkoumajících statisticky významné odchylky ve vztazích:

- **Celkový čas na jeden strom** – Operátor A vs. Operátor B (dále jen A, B) (tab. 15; obr. 8)
- **Operace těžebně-dopravního procesu**
 - **Jízda celkem** – A vs. B (tab. 16; obr. 9)
 - **Pokácení celkem** – A vs. B (tab. 17; obr. 10)
 - **Sortimentace celkem** – A vs. B (tab. 18; obr. 11)
- **Část směny**
 - **Ráno celkem** – A vs. B (tab. 19; obr. 12)
 - **Poledne celkem** – A vs. B (tab. 20, obr. 13)
 - **Večer celkem** – A vs. B (tab. 21; obr. 14)

Statistické výsledky ještě doplnila tabulka a sloupcový graf, znázorňující:

- **Průměrný čas na jeden strom ráno, v poledne a večer** – A vs. B (tab. 22; obr. 15)

6 Výsledky

6.1 Porost

V rámci této bakalářské práce nebyl porost vyhodnocen jako faktor výrazně ovlivňující výkonnost a není uvažován při interpretaci výsledků. Ačkoliv se těžilo v celkem čtyřech rozdílných porostech, všechny disponují stejnou hodnotou zakmenění, sklonem do 10 % a skladbou dřevin s převažujícím smrkem. Pokaždé se jednalo o probírkovou těžbu, s průměrnou hmotností těžených stromů nepřesahující 0,16 m³/kmen. (podle záznamu o směně z harvestoru; příklad viz. příloha č. 1) Z těchto důvodů je porost vnímán jako konstantní, neovlivňující výkonnost operátorů, podobně jako druh harvestoru.

6.2 Operátor

Tab. 11: Základní charakteristika operátorů

charakteristika	operátor A	operátor B
věk	28 let	58 let
praxe harvestor	7 let	8 let
předchozí praxe	3 měsíce (traktor, nakladač)	15 let (traktor, přibližování)
vzdělání	opravář zemědělských strojů, maturita	střední odborné učiliště

Tab. 12: Dotazník – operátor A

operátor A	ráno	poledne	večer
stres	2	2	2
energie	4	3	2
únava	3	3,5	4
námaha	2	3	3
stres	2	2	2
energie	4	3	2
únava	2	3	3,5
námaha	1,5	2	3

Tab. 13: Dotazník – operátor B

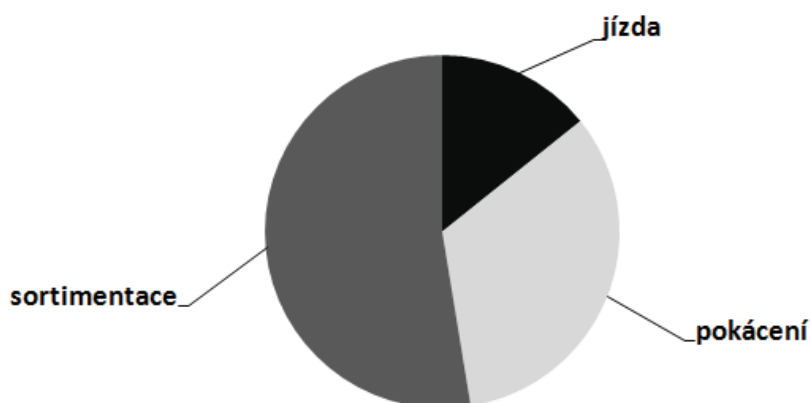
operátor B	ráno	poledne	večer
stres	0	0	0
energie	4	4	3
únava	0	0	0
námaha	0	0	0
stres	1	1	1
energie	3	3	3
únava	1	1	1
námaha	1	1	1

6.3 Naměřené hodnoty těžebně-dopravního procesu

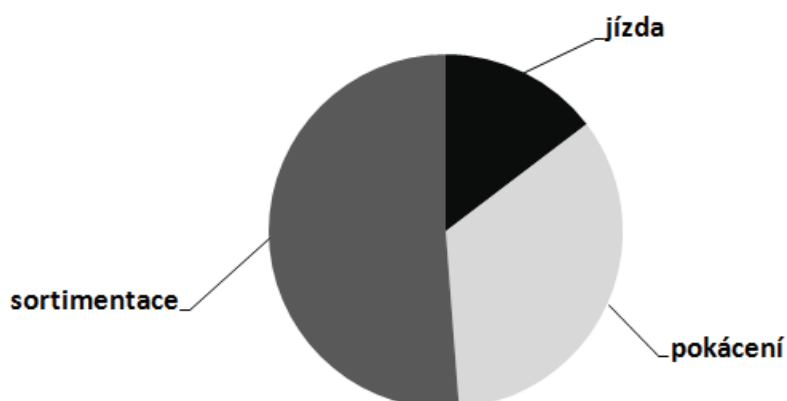
Všechny časy jednotlivých směn obou operátorů viz. přílohy č. 6 a 7. Následující tabulka (tab. 14) společně s grafy (obr. 6; obr. 7) znázorňují celkové časy jednotlivých operací těžebně-dopravního procesu a jejich vzájemný vztah.

Tab. 14: Průměrné časy jednotlivých operací těžebně-dopravního procesu (s)

Operátor	jízda	pokácení	sortimentace
A	8,084070796	18,80088496	29,80088496
B	8,596330275	20,05045872	30,05045872



Obr. 6: Výšečový graf – poměr operací, operátor A



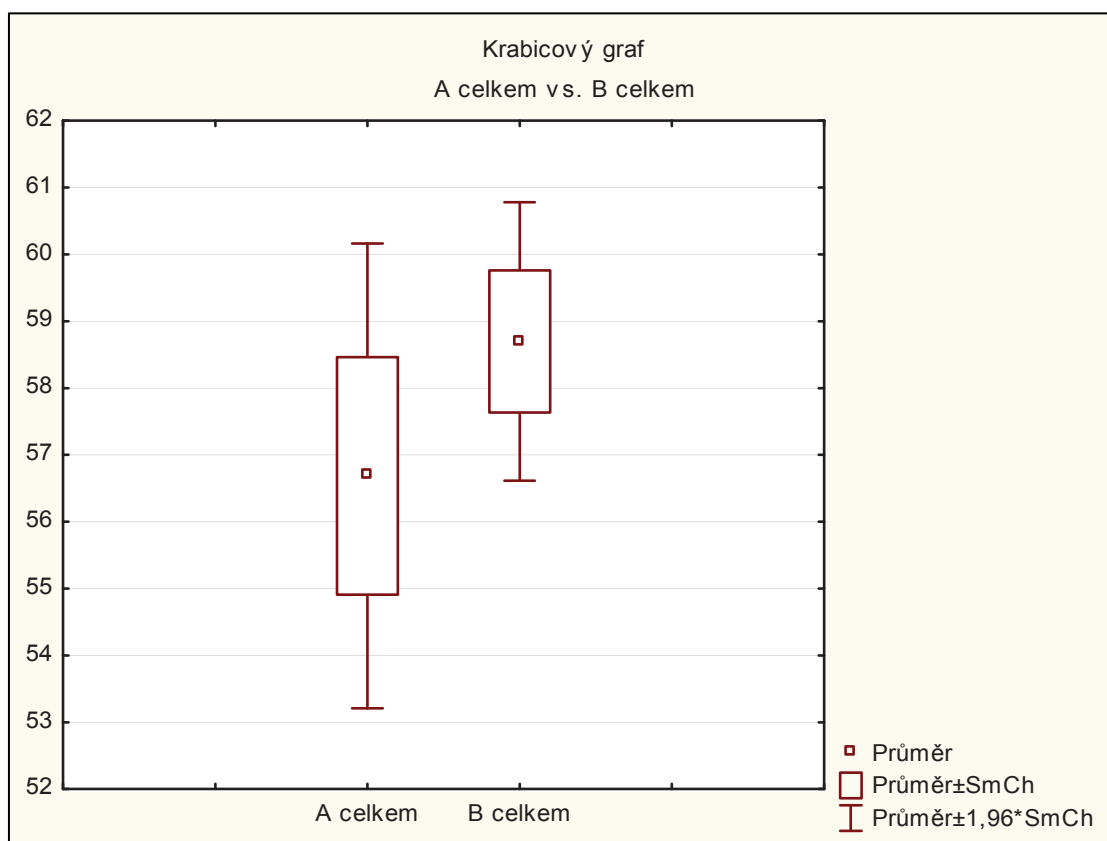
Obr. 7: Výšečový graf – poměr operací, operátor B

6.4 Celkový čas na jeden strom

Tab. 15: T-test – celkem

T-test pro nezávislé vzorky (STATISTIKA)					
Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky					
Skup. 1 vs. skup. 2	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p
A celkem vs. B celkem	56,68584	58,69725	-0,963691	442	0,335728

Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
226	218	26,67406	15,71257	2,881932	0,000000



Obr. 8: Krabicový graf – celkem

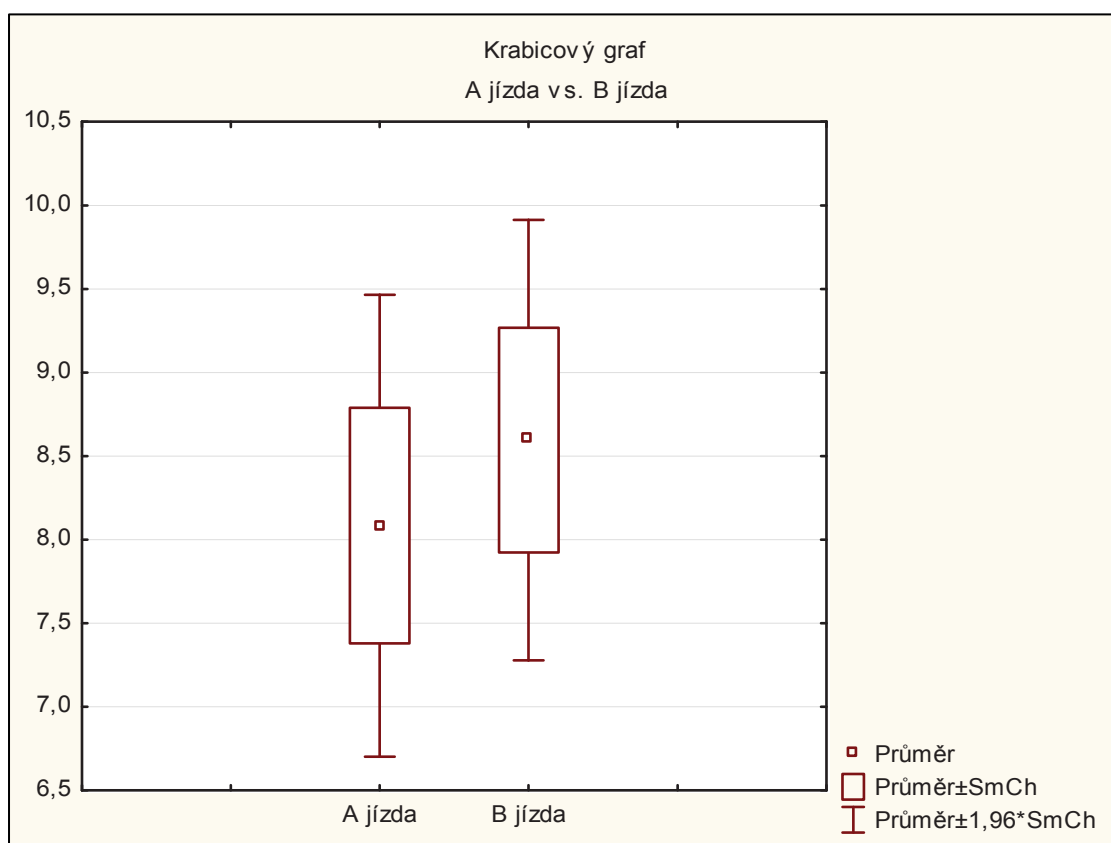
6.5 Operace těžebně-dopravního procesu

6.5.1 Jízda celkem

Tab. 16: T-test – jízda

T-test pro nezávislé vzorky (STATISTIKA)					
Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky					
Skup. 1 vs. skup. 2	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p
A jízda vs. B jízda	8,084071	8,596330	-0,525296	442	0,599641

Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
226	218	10,59463	9,927497	1,138917	0,334999



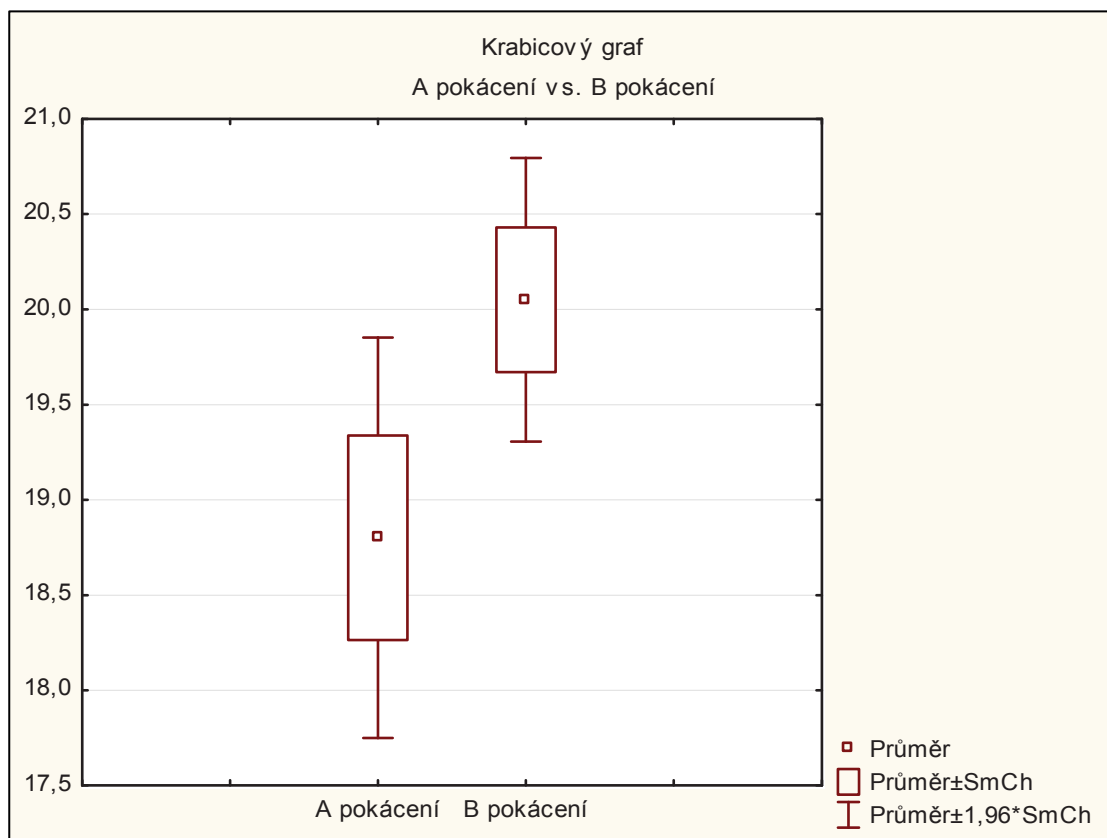
Obr. 9: Krabicový graf – jízda

6.5.2 Pokácení celkem

Tab. 17: T-test – pokácení

T-test pro nezávislé vzorky (STATISTIKA)					
Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky					
Skup. 1 vs. skup. 2	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p
A pokácení vs. B pokácení	18,80088	20,05046	-1,89011	442	0,059397

Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
226	218	8,061993	5,603013	2,070340	0,000000



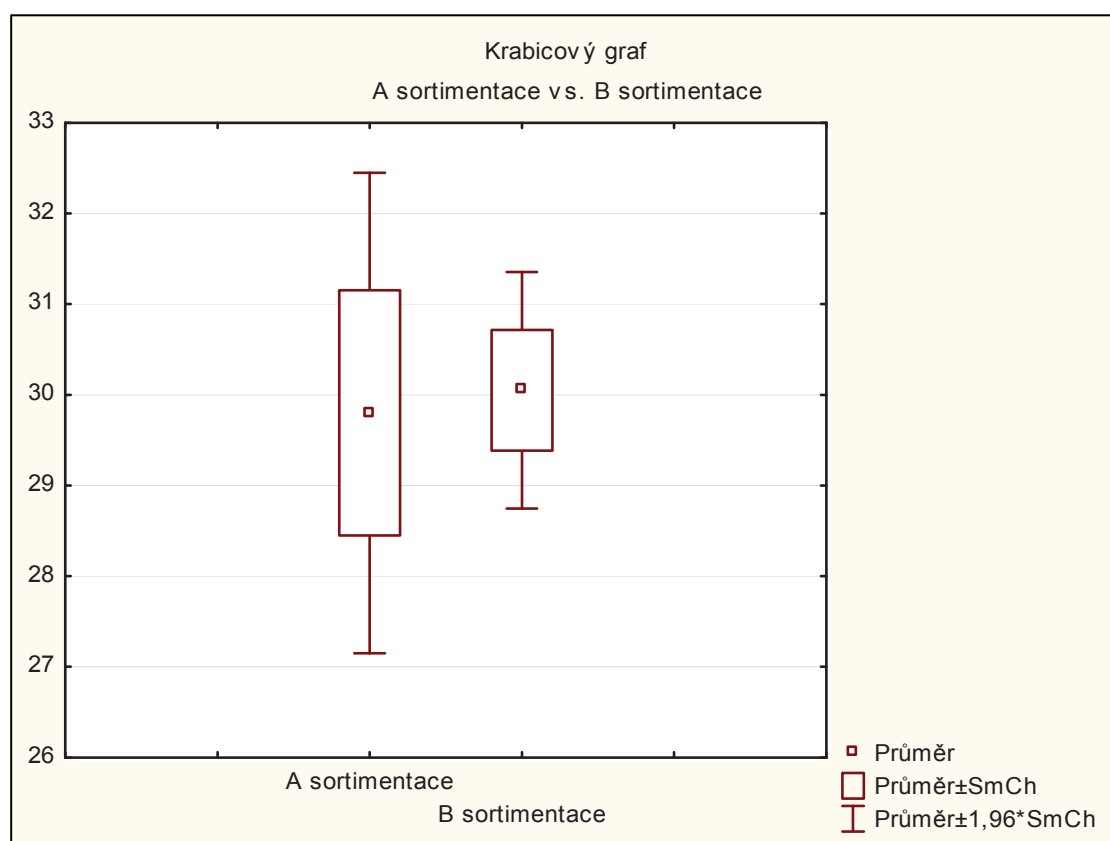
Obr. 10: Krabicový graf – pokácení

6.5.3 Sortimentace celkem

Tab. 18: T-test – sortimentace

		T-test pro nezávislé vzorky (STATISTIKA)				
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky				
Skup. 1 vs. skup. 2		Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p
A sortimentace vs. B sortimentace		29,80088	30,05046	-0,163777	442	0,869981

Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
226	218	20,32055	9,833744	4,270051	0,000000



Obr. 11: Krabicový graf – sortimentace

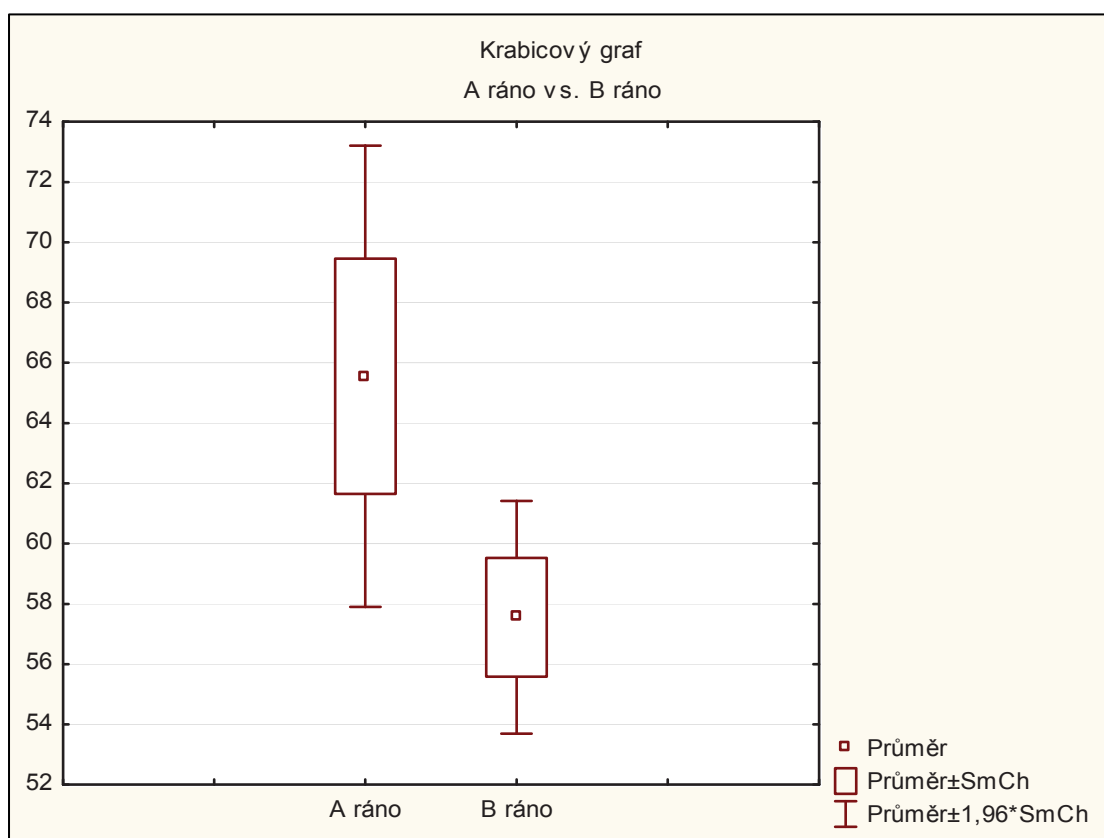
6.6 Část směny

6.6.1 Ráno celkem

Tab. 19: T-test – ráno

		T-test pro nezávislé vzorky (STATISTIKA)				
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky				
Skup. 1 vs. skup. 2	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	
A ráno vs. B ráno	65,55385	57,55405	1,895636	137	0,060115	

Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
65	74	31,47918	16,96503	3,443005	0,000001



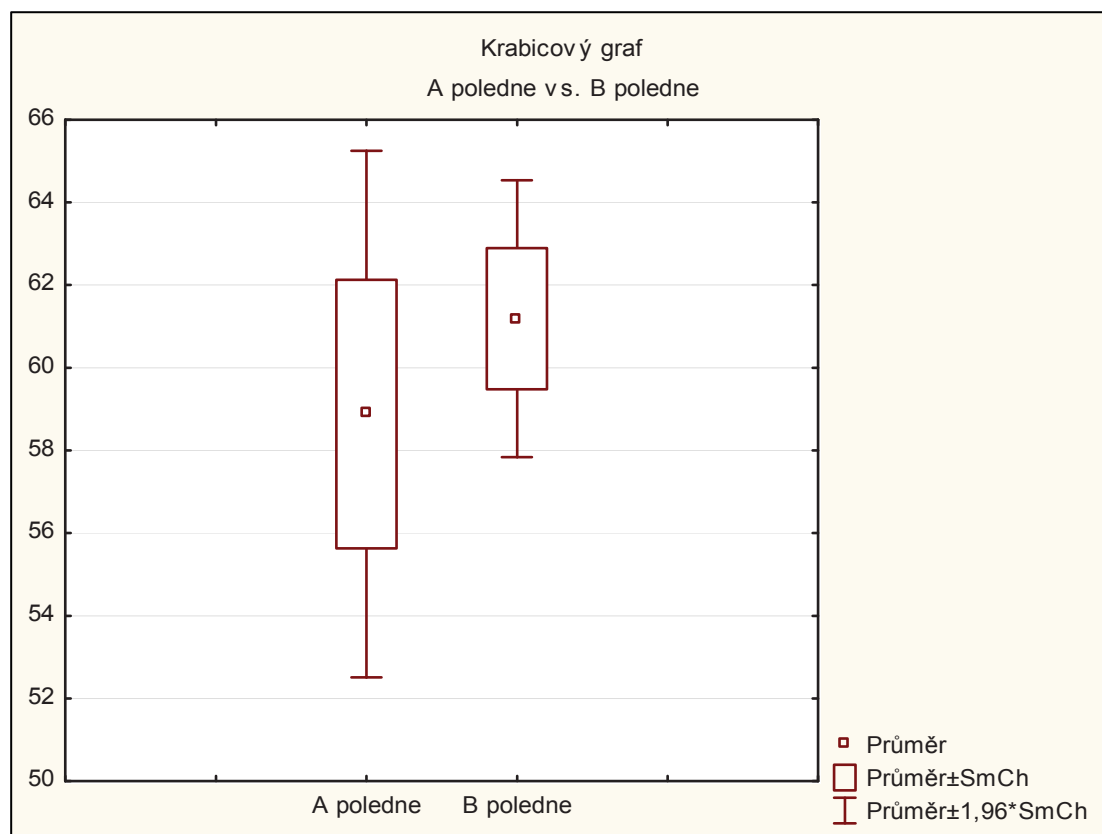
Obr. 12: Krabicový graf – ráno

6.6.2 Poledne celkem

Tab. 20: T-test – poledne

		T-test pro nezávislé vzorky (STATISTIKA)				
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky				
Skup. 1 vs. skup. 2		Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p
A poledne vs. B poledne		58,87671	61,18571	-0,621211	141	0,535464

Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
73	70	27,76386	14,30039	3,769326	0,000000



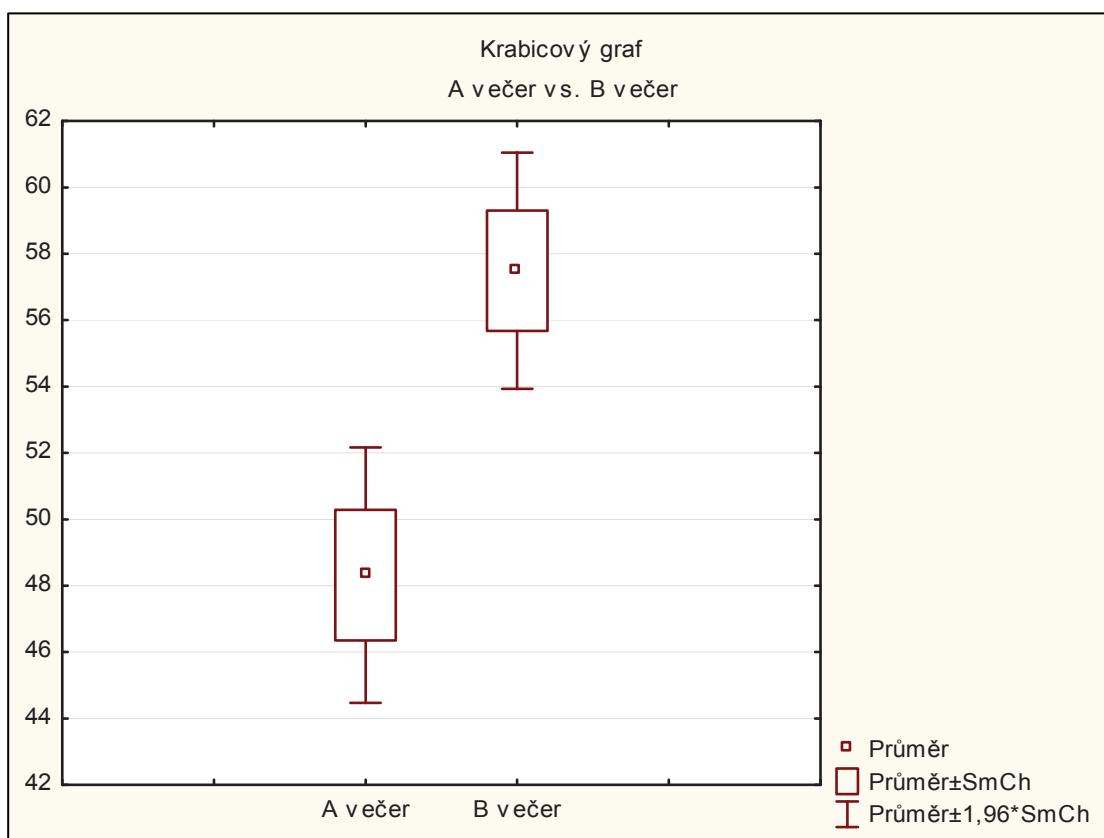
Obr. 13: Krabicový graf – poledne

6.6.3 Večer celkem

Tab. 21: T-test – večer

T-test pro nezávislé vzorky (STATISTIKA)					
Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky					
Skup. 1 vs. skup. 2	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p
A večer vs. B večer	48,31818	57,48649	-3,37866	160	0,000915

Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
88	74	18,42821	15,62159	1,391604	0,146847

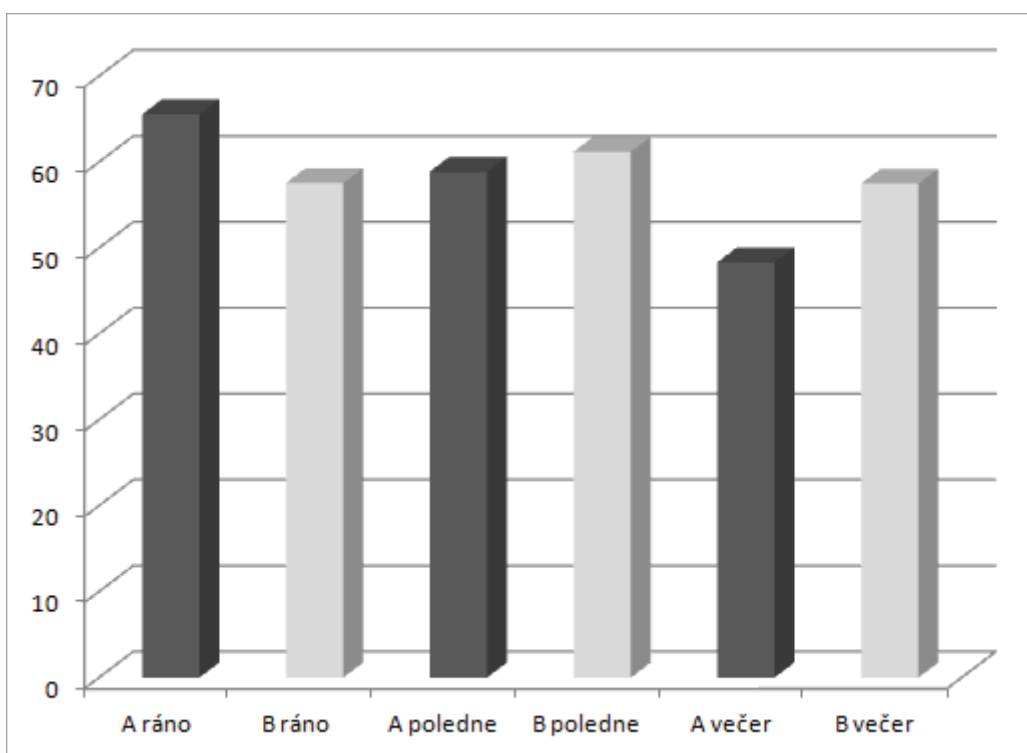


Obr. 14: Krabicový graf – večer

6.7 Průměrný čas na jeden strom ráno, v poledne a večer

Tab. 22: Průměr na jeden strom

průměr	ráno	poledne	večer	celkem
operátor A	65,55385	58,87671	48,31818	56,68584
průměr	ráno	poledne	večer	celkem
operátor B	57,55405	61,18571	57,48649	58,69725



Obr. 15: Sloupcový graf – průměr ráno, poledne, večer

7 Diskuze

Provedenými analýzami se nepodařilo prokázat statisticky významné rozdíly mezi operátory při porovnání celkových časů těžebně-dopravního procesu, ani jeho jednotlivých operací. Z toho lze usuzovat, že jsou oba operátoři podobně výkonní, což je samozřejmě dobře pro provoz. Z dotazníku sice víme, že je mezi nimi značný věkový rozdíl, zde to ale očividně nehraje velkou roli. Důležitým faktorem však může být téměř stejná délka praxe a také to, že se o vyučení v oblasti ovládnání harvestoru staral oběma operátorům stejný zaměstnavatel.

Pokud se podíváme podrobněji na vývoj výkonu v průběhu dne, narazíme na zajímavou skutečnost, která v rozdílném věku, respektive rozdílné úrovni životních zkušeností, již původ mít může. Sloupcový graf názorně ilustruje rozdílné trendy vývoje směn u každého operátora. Operátor A přímo úměrně ke zkracování doby zbývající do konce směny, snižuje průměrný čas potřebný ke zpracování jednoho stromu, zatímco operátor B pracuje s téměř konstantní výkonností ráno, v poledne i večer. Porovnání celkových časů z večerních pozorování dokonce prokázalo statisticky významnou odchylku mezi operátory.

S tímto zjištěním korespondují také výsledky dotazníků. Subjektivní zhodnocení operátora B ukazuje nízké hodnoty v kategoriích stres, únava a námaha a naopak vysoké v kategorii energie. Ani jedna z hodnot se v průběhu směn příliš nemění. To vše svědčí o relativní pohodě. Naopak zhodnocení operátora A je méně pozitivní a v průběhu směny se nadále zhoršuje. Zajímavé ovšem je, že čím hůře se operátor A cítí, tím lepší odvádí výkony.

V případě zobecnění výsledků, kdy každý operátor představuje vzorového zástupce jedné generace, mohu navrhnout konkrétní opatření k problematice operátorů v zájmu optimalizace výkonnosti v daném studijním území.

Nejen, že ze statistického hlediska předvádí oba operátoři srovnatelný výkon, ale jejich průměrné časy na jeden strom nepřesahují minutu. To je, dle mého názoru velmi dobrá bilance, a i když prostor pro zlepšení je vždy, v tomto případě záleží další vývoj především na individuálních schopnostech jedince.

V zájmu zaměstnavatele by však měla být u všech pracovníků téměř konstantní výkonnost, související s minimem stresu a vyrovnanými emocemi, po vzoru staršího operátora.

Jak vyplývá z mého hovoru s mladším operátorem, zdrojem nepohody v případě jeho první směny, byla skutečnost, že se jednalo o pátý den v řadě. Nabízí se tedy možnost upravit systém pětidenního cyklu směn. Možné řešení by mohlo představovat například častější střídání operátorů nebo zacvičení nové pracovní síly.

Další zlepšení by mohlo přinést efektivní podpoření motivace zaměstnance atraktivními finančními či jinými bonusy za dlouhodobě uspokojivé výsledky. Lze předpokládat, že svou roli v postupném zvyšování výkonnosti mladšího operátora, hraje taktéž motivace, konkrétně plynoucí z blížícího se konce směny. Jde tedy o to, ji správně usměrnit.

Užitečná může být také pravidelná vzájemná výměna zkušeností a postřehů mezi zaměstnanci, organizovaná v rámci společnosti.

Navrhovaná opatření jsou jen spekulací na základě provedeného pozorování, samozřejmě neznám skutečnou personální politiku Vojenských lesů a neberu v úvahu dostupné finanční prostředky.

8 Závěr

Harvestorové technologie nacházejí v lesní těžbě na území České republiky stále větší uplatnění. Počáteční nedůvěru v masivní stroje se daří potlačovat odbornými studii, které prokazují, že při správném použití jsou tato moderní těžební zařízení nejen nebývale produktivní, ale také šetrná k životnímu prostředí a uživatelsky přívětivá, poskytující ochranu a pohodlí.

Práce byla z větší části tvořena literární rešerší, obsírněji pojednávající o harvestorové lesní těžbě jako součásti současného lesního hospodářství České republiky. Na základě prezentovaných informací byla provedena případová studie pro konkrétní divizi Vojenských lesů a statků, zaměřující se na rozdíly ve výkonnosti dvou operátorů rozdílného věku, obsluhujících stejný stroj za obdobných podmínek.

Výkonnost operátora byla posuzována statisticky z hlediska času těžebně-výrobního procesu a jeho jednotlivých operací, přičemž se nepodařilo mezi operátory prokázat významný rozdíl. Následná analýza hodnotící úseky směn, tedy ráno, poledne a večer, však již poukázala na odlišnost v průběžném trendu výkonnosti obou operátorů. Porovnání večerních výkonností dokonce prokázalo statisticky významnou odchylku. Výsledků bylo využito při závěrečné interpretaci výsledků a návrhu konkrétních opatření.

Práce přinesla cenné poznatky v oblasti posuzování výkonnosti v daných podmínkách, které budou dále využity při zpracování diplomové práce a předány VLS divizi Hořovice, aby analytický materiál pro budoucí provoz.

9 Přehled literatury a použitých zdrojů

AKAY A.E., ERDAS O., SESSIONS J. 2004: Determining Productivity of Mechanized Harvesting Machines. *Journal of Applied Sciences* 4/1: 100-105

BALCAR Z., HAJDUOVÁ D. 1986: *Nauka o lese*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 296 s.

BENEDIKT M. 2014: *Osídlení a historie vojenského újezdu Brdy, Plzeň*. Diplomová práce, Západočeská univerzita v Plzni

Dostupné z:

<https://otik.uk.zcu.cz/handle/11025/14467>

BLUŽOVSKÝ Z. a kol. 1998: *Lesní hospodářství v České republice*. Lesy České republiky s.p., Hradec Králové, 140 s.

CÍLEK V. a kol. 2005: *Střední Brdy*. Ministerstvo zemědělství ČR, Příbram, 376 s.

DVOŘÁK J. 2004: *Harvestorové technologie a podmínky pro jejich nasazení v lesním hospodářství*, publikováno ve sborníku *Harvestorové technologie v lesním hospodářství v rámci programu SAPARD*, Česká zemědělská univerzita v Praze, str. 12 – 25.

DVOŘÁK J. a kol. 2012: *Využití harvestorových technologií v hospodářských lesích*. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, Edice: *Folia Forestalia Bohemica* 24, 156 s.

EVANSON T., McCONCHIE M. 1996: *Productivity Measurements of Two Waratah 234 Hydraulic Tree Harvesters in Radiata Pine in New Zealand*. *Journal of Forest Engineering* 7/3: 41-52

FANTA A., ŠIŠÁK L. 2014: *Analýza úrazovosti v lesním hospodářství a problémů s ní spojených*. *Zprávy lesnického výzkumu* 59/2: 79-85

GINGRASS J.F. 2004: *Early Studies of Multi-Tree Handling in Eastern Canada*. *International Journal of Forest Engineering* 15/2: 18-22

GROSS J. 1999: *Vývoj motorových pil a jejich současné využití*. In: *Perspektivy povolání dřevorubec na prahu třetího tisíciletí: Odborný seminář, Mistrovství ČR a SR v práci s motorovou pilou: Svoboda nad Úpou*. 29.6.1999. s. 19-24

HAN H.S., KELLOGG L.D. 2000: Damage Characteristics in Young Douglas-Fir Stands from Commercial Thinning with Four Timber Harvesting Systems. *Western Journal of Applied Forestry* 15/1: 27-33

HAN S.K., HAN H.S., PAGE-DUMROESE D.S., JOHNSON L.R. 2009: Soil compaction associated with cut-to-length and whole-tree harvesting of a coniferous forest. *Canadian Journal of Forest Research* 39/5: 976-989

HEINIMANN, H. R. 2001: Productivity of a cut-to-length harvester family - an analysis based on operation data, 2001 Council on Forest Engineering (COFE) Conference Proceedings, July 15-18, Snowshoe

HRABÁK R., PORUBA M. 2005: *Les*. Aventium, Praha, 312 s.

KYSEL M. a kol. 1980: *Mechanizační prostředky lesnické*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 280 s.

LASÁK O., NĚMEC K. 1996: Víceoperační těžebně-dopravní stroje (TDS) v ČR, I. část: Generace TDS strojů. *Lesnická práce* 11/1996: 402-403

Dostupné z:

http://lmda.silvarium.cz/search/i.jsp?pid=uuid:17f63f3c-1e0e-47a3-90ed-6c99df079585#periodical-periodicalvolume-periodicalitem-page_uuid:af3521eb-c55e-11e4-ac60-001b63bd97ba

LIMBECK-LILIENAU B. 2003: Residual Stand Damage Caused by Mechanized Harvesting Systems. *Proceedings of the Austro 2003 Meetings*, October 5-9, 2003, Schlaegl – Austria

LYSÝ F. 1963: *Lesní těžba*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 506 s.

MACKŮ J. 2014: *Spotřeba času a produktivita práce víceoperačních technologií v závislosti na lidském faktoru*, Praha. Disertační práce, Česká zemědělská univerzita v Praze

Dostupné z:

<http://www.fld.czu.cz/cs/?r=5391>

MALÍK V., DVOŘÁK J. 2007: *Harvestorové technologie a vliv na lesní porosty*. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, Edice: Folia Forestalia Bohemica 5, 84 s.

MATĚJÍČEK J. 2003: Vymezení základních pojmů a vztahů z oblasti mimoprodukčních funkcí lesa. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady, 54 s.

Dostupné z:

http://www.vulhm.cz/sites/File/lesnicka_politika/ocenovani_lesa/Terminologie_funkci_lesa.pdf

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2008: Rybářství, včelařství, lesnictví a myslivost v ČR z pohledu tradice a současnosti. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 27 s.

MIRANDA H., VIIKARI E., MARTIKAINEN R., TAKALA P., RIIHIMAKI H. 2001: Physical exercise and musculoskeletal pain among forest industry workers. *Scandinavia Journal of Medicine Science* 11: 239-246

NERUDA J. 2008: Harvesterové technologie lesní těžby. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 149 s.

NOŽIČKA J. 1957: Přehled vývoje našich lesů. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 464 s.

PURFÜRST F.T., ERLER J. 2006: The precision of productivity models for the harvester – Do we forget the human factor. In: *Precision Forestry in Plantations, Semi-Natural and Natural Forests: Proceedings of the International Precision Forestry Symposium: Stellenbosch University, South Africa.* s. 465-475

SIMANOV V. 2004: Projekty ZRP – Zahraniční rozvojová pomoc a české lesnictví. In: *České lesnictví ve světě: Seminář České lesnické společnosti: Křtiny. 30.3.2004.* s. 15

SLOUP M. 1999: Harvesterové technologie. In: *Perspektivy povolání dřevorubec na prahu třetího tisíciletí: Odborný seminář, Mistrovství ČR a SR v práci s motorovou pilou: Svoboda nad Úpou. 29.6.1999.* s. 47-56

SPINELLI R., VISSER R. 2008: Analyzing and Estimating Delays in Harvester Operations. *International Journal of Forest Engineering* 19/1: 36-41

STRÍTECKÝ J. 2004: Strategie státního podniku LESY ČR pro oblast Latinské a Střední Ameriky. In: *České lesnictví ve světě: Seminář České lesnické společnosti: Křtiny. 30.3.2004.* s. 7-8

ŠKAPA M. a kol. 1987: Lesní těžba. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 376 s.

ULRICH R., SCHLAGHAMERSKÝ A., ŠTOREK V. 2002: Použití harvestorové technologie v probírkách. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 98 s.

ULRICH R., NERUDA J., ZEMAN V. st., ZEMAN V. ml., ZEMÁNEK T. 2006: Harvestorové technologie a jejich optimální užití v praxi. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně ve spolupráci s firmou Merimex s.r.o., Brno, 80+7 s.

Zelené zprávy ministerstva zemědělství:

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 1999: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky stav k 31.12.1998. Ministerstvo zemědělství ČR in Matice lesnická s.r.o., Praha, 138 s.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2003: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky stav k 31.12.2002. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 116 s.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2005: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2004. Ministerstvo zemědělství ČR in Lesnická práce, s.r.o., Praha, 108 s.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2006: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2005. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 136 s.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2007: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2006. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 128 s.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2009: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2008. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 128 s.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2011: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2010. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 128 s.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2012: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2011. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 136 s.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2013: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2012. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 132 s.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2014: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2013. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 134 s.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2015: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2014. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 109 s.

Dostupné z:

<http://www.uhul.cz/ke-stazeni/informace-o-lese/zelene-zpravy-mze>

Legislativa:

Zákon číslo 289/1995 Sb., Zákon o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon)

Zákon číslo 15/2015 Sb., Zákon o zrušení vojenského újezdu Brdy, o stanovení hranic vojenských újezdů, o změně hranic krajů a o změně souvisejících zákonů (zákon o hranicích vojenských újezdů)

Nařízení vlády číslo 292/2015 Sb., Nařízení vlády o Chráněné krajinné oblasti Brdy

Internetové odkazy:

Vojenské lesy a statky ČR, s.p., cit. 28.1.2016

<http://www.vls.cz/>

Příbramský deník, Fišer: Na těžbu dřeva vznik CHKO Brdy nebude mít vliv. Karel Hutr, 31.8.2015, cit. 28.1.2016

http://pribramsky.denik.cz/zpravy_region/fiser-na-tezbu-dreva-vznik-chko-brdy-nejbude-mit-vliv-20150831.html

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, cit. 15.2.2016

<http://www.uhul.cz/>

Lesy České republiky, Naučné stezky. Cedula „funkce lesa“, cit. 20.2.2016

http://www.lesy-cr.cz/volny-cas-v-lese/naucne-stezky/Documents/A1_cedula_funkce_lesa.pdf

Merimex s.r.o., John Deere 770D, cit. 2.3.2016

<http://www.merimex.cz/produkty/john-deere/starsi-modely/harvestory/rada-d/john-deere-770d/>

10 Přílohy

10.1 Seznam příloh

1. Příklad záznamu o směně z harvestoru
2. Popis stanoviště a těžebního zásahu – 65B6
3. Popis stanoviště a těžebního zásahu – 66A4
4. Popis stanoviště a těžebního zásahu – 212A5
5. Popis stanoviště a těžebního zásahu – 235A6
6. Naměřené hodnoty v terénu – operátor A (65B6, 66A4)
7. Naměřené hodnoty v terénu – operátor B (212A5, 235A6)
8. CD s bakalářskou prací v elektronické podobě a dalšími přílohami

Příloha č. 1 – Příklad záznamu o směně z harvestoru (ostatní na příloženém CD)

TimberMATIC

25.1.2016 17:03:31
212 A5 Hanko
Všechny bloky

Práce a opravy

HLÁŠENÍ O SMĚNĚ

Stroj	WJ0770D000282
Čas začátku	25.1.2016 5:55
Čas ukončení	25.1.2016 17:03
Řidič	4: Solar Tonda
Porost:	212 A5 Hanko:1

Mimo provoz a ztracený čas

Údržba	05:55 - 06:38 0043	Údržba
Oprava	08:17 - 08:39 0022	
Oprava	11:08 - 11:26 0017	
Oprava	13:51 - 14:08 0016	
Údržba	16:46 - 17:03 0016	Údržba

Celkový čas 11:07

Z kalendáře 11:07

Základní čas (G15) 09:11

Základní čas (G0)	08:30
Zpracování	08:05
Jízda v terénu	00:25
Ostatní	00:00
Jízda	00:00

Nefunkčnost	01:56
Transport	00:00
Oprava	00:55
Čekání na opravu	00:00
Údržba	01:00
Přerušení	00:00

Svačina 00:00

Výroba

	Borovice	Smrk	Modřín	Listnaté	Celkem	Výroba/h	Průměr
Kmeny	28	461	112	0	599	65.13	
m3 vk	2.53	42.09	13.87	0.00	58.48	6.36	0.10
m3 bk	2.32	36.63	9.84	0.00	48.80	5.31	0.08

Příloha č. 2 – Popis stanoviště a těžebního zásahu – 65B6

A. Popis stanoviště:

- Plocha porostu (ha): 12,49
- Věk: 57
- Zakmenění: 9
- Dřeviny: SM, vtroušené – BR, MD, OL, BK
- Výčetní tloušťka (cm): 28
- Střední výška (m): 23
- Průměrná hmotnatost (m³): 0,62
- Průměrná zásoba (m³/ha): 293
- Sklon terénu (%): 2

B. Popis těžebního zásahu:

- Druh těžby: úmyslná probírka
- Dřevina (dle záznamu z harvestoru): SM (MD, listnaté)
- Průměrná hmotnatost (m³/kmen) (dle záznamu z harvestoru): 0,153
- Harvestorový uzel: John Deere 770D; LVS 5 Novotný (vyvážecí traktor)

Příloha č. 3 – Popis stanoviště a těžebního zásahu – 66A4

A. Popis stanoviště:

- Plocha porostu (ha): 2,54
- Věk: 32
- Zakmenění: 9
- Dřeviny: SM (80%), MD (10%), BK (10%)
- Výčetní tloušťka (cm): 16, 20, 17
- Střední výška (m): 16, 18, 15
- Průměrná hmotnatost (m³): 0,14; 0,24; 0,16
- Průměrná zásoba (m³/ha): 180, 18, 17
- Sklon terénu (%): 5

B. Popis těžebního zásahu:

- Druh těžby: úmyslná probírka
- Dřevina (dle záznamu z harvestoru): SM (MD)
- Průměrná hmotnatost (m³/kmen) (dle záznamu z harvestoru): 0,061
- Harvestorový uzel: John Deere 770D; LVS 5 Novotný (vyvážecí traktor)

Příloha č. 4 – Popis stanoviště a těžebního zásahu – 212A5

A. Popis stanoviště:

- Plocha porostu (ha): 5,67
- Věk: 45
- Zakmenění: 9
- Dřeviny: SM (57%), MD (38%), BO (5%)
- Výčetní tloušťka (cm): 18, 21, 17
- Střední výška (m): 16, 19, 17
- Průměrná hmotnatost (m³): 0,14; 0,19; 0,17
- Průměrná zásoba (m³/ha): 125, 99, 10
- Sklon terénu (%): 5

B. Popis těžebního zásahu:

- Druh těžby: úmyslná probírka
- Dřevina (dle záznamu z harvestoru): SM (MD, BO, listnaté)
- Průměrná hmotnatost (m³/kmen) (dle záznamu z harvestoru): 0,095
- Harvestorový uzel: John Deere 770D; LVS 5 Novotný (vyvážecí traktor)

Příloha č. 5 – Popis stanoviště a těžebního zásahu – 235A6

A. Popis stanoviště:

- Plocha porostu (ha): 3,03
- Věk: 58
- Zakmenění: 9
- Dřeviny: SM (85%), MD (15%)
- Výčetní tloušťka (cm): 24, 22
- Střední výška (m): 24, 22
- Průměrná hmotnatost (m³): 0,16; 0,17
- Průměrná zásoba (m³/ha): 308, 53
- Sklon terénu (%): 8

B. Popis těžebního zásahu:

- Druh těžby: úmyslná probírka
- Dřevina (dle záznamu z harvestoru): MD (SM)
- Průměrná hmotnatost (m³/kmen) (dle záznamu z harvestoru): 0,13
- Harvestorový uzel: John Deere 770D; LVS 5 Novotný (vyvážecí traktor)

Příloha č. 6 – Naměřené hodnoty v terénu – operátor A

1. Porost 65B6

ráno	1	2	3	celkem
1.	5	14	22	41
2.	0	15	12	27
3.	3	16	26	45
4.	10	11	44	65
5.	28	13	13	54
6.	10	20	24	54
7.	16	14	40	70
8.	6	14	44	64
9.	25	22	145	192
10.	11	30	52	93
11.	4	18	38	60
12.	12	18	44	74
13.	31	20	50	101
14.	35	17	107	159
15.	8	23	53	84
16.	108	20	49	177
17.	20	13	46	79
18.	13	16	26	55
19.	21	14	31	66
20.	22	16	43	81
21.	20	23	21	64
22.	0	20	36	56
23.	0	18	16	34
24.	7	18	57	82
25.	14	14	67	95
26.	10	17	21	48
27.	10	20	84	114
celkem	449	474	1211	2134
průměr	16,63	17,556	44,852	79,037

poledne	1	2	3	celkem
1.	8	20	92	120
2.	3	8	14	25
3.	7	20	48	75
4.	6	9	26	41
5.	9	14	44	67
6.	10	14	15	39
7.	0	11	35	46
8.	7	10	10	27
9.	0	7	21	28
10.	9	9	35	53
11.	13	21	19	53
12.	5	16	16	37
13.	8	10	68	86
14.	0	16	32	48
15.	7	13	45	65
16.	5	19	25	49
17.	4	2	42	48
18.	9	52	88	149
19.	11	36	71	118
20.	17	12	44	73
21.	19	9	15	43
22.	0	10	15	25
23.	0	13	41	54
24.	3	17	13	33
25.	5	17	35	57
26.	4	29	12	45
27.	11	49	85	145
28.	5	32	53	90
29.	6	9	22	37
30.	0	28	22	50
31.	18	17	29	64
32.	19	18	42	79
33.	0	14	16	30
34.	0	11	20	31
35.	27	13	28	68
36.	3	17	28	48
celkem	258	622	1266	2146
průměr	7,1667	17,278	35,167	59,611

2. Porost 66A4

večer	1	2	3	celkem
1.	9	21	28	58
2.	0	17	55	72
3.	3	17	25	45
4.	5	9	12	26
5.	0	12	19	31
6.	0	13	21	34
7.	0	15	9	24
8.	0	19	51	70
9.	20	19	43	82
10.	0	9	7	16
11.	0	12	15	27
12.	0	14	13	27
13.	11	14	22	47
14.	0	10	5	15
15.	19	15	42	76
16.	53	13	12	78
17.	0	21	14	35
18.	17	23	58	98
19.	17	18	27	62
20.	0	18	44	62
21.	0	21	22	43
22.	0	12	3	15
23.	9	21	41	71
24.	0	20	13	33
25.	0	24	18	42
26.	14	12	5	31
27.	0	40	34	74
28.	0	11	22	33
29.	0	17	83	100
30.	6	14	20	40
31.	7	16	27	50
32.	0	12	10	22
33.	0	13	13	26
34.	5	20	25	50
35.	0	15	12	27
36.	0	39	34	73
37.	14	15	8	37
38.	25	15	43	83
39.	0	16	21	37
40.	0	20	36	56
41.	5	21	60	86
42.	0	17	14	31
43.	0	19	15	34
44.	6	17	25	48
celkem	245	756	1126	2127
průměr	5,5682	17,182	25,591	48,341

ráno	1	2	3	celkem
1.	4	33	36	73
2.	0	22	22	44
3.	0	15	19	34
4.	0	16	60	76
5.	9	25	22	56
6.	8	14	22	44
7.	5	26	32	63
8.	4	30	32	66
9.	12	12	18	42
10.	0	21	28	49
11.	5	23	100	128
12.	9	16	49	74
13.	10	13	26	49
14.	0	14	38	52
15.	7	5	29	41
16.	5	12	26	43
17.	10	11	15	36
18.	13	25	13	51
19.	15	8	22	45
20.	8	13	28	49
21.	16	11	19	46
22.	0	17	27	44
23.	8	16	36	60
24.	0	24	36	60
25.	16	60	22	98
26.	10	12	36	58
27.	14	11	25	50
28.	0	33	35	68
29.	0	19	16	35
30.	0	34	32	66
31.	10	28	20	58
32.	17	9	25	51
33.	0	22	10	32
34.	10	18	26	54
35.	0	19	31	50
36.	18	18	20	56
37.	12	10	31	53
38.	0	20	53	73
celkem	255	735	1137	2127
průměr	6,7105	19,342	29,921	55,974

poledne	1	2	3	celkem
1.	7	11	18	36
2.	14	21	19	54
3.	10	16	22	48
4.	5	15	26	46
5.	4	22	25	51
6.	6	23	16	45
7.	24	17	19	60
8.	14	21	18	53
9.	30	15	31	76
10.	19	22	36	77
11.	0	25	26	51
12.	0	35	31	66
13.	0	18	27	45
14.	22	17	121	160
15.	0	11	77	88
16.	7	16	21	44
17.	0	13	12	25
18.	0	18	18	36
19.	13	15	26	54
20.	0	23	19	42
21.	31	16	26	73
22.	6	27	22	55
23.	12	14	20	46
24.	7	17	69	93
25.	0	18	29	47
26.	7	20	26	53
27.	7	18	28	53
28.	14	19	12	45
29.	4	13	16	33
30.	10	30	25	65
31.	25	12	53	90
32.	25	23	41	89
33.	6	20	18	44
34.	14	11	35	60
35.	15	13	17	45
36.	5	25	30	60
37.	0	27	17	44
celkem	363	697	1092	2152
průměr	9,8108	18,838	29,514	58,162

večer	1	2	3	celkem
1.	9	15	37	61
2.	12	22	10	44
3.	0	35	15	50
4.	8	16	20	44
5.	11	16	8	35
6.	9	21	19	49
7.	0	22	19	41
8.	16	17	27	60
9.	0	17	14	31
10.	5	21	20	46
11.	0	28	14	42
12.	25	15	12	52
13.	0	30	17	47
14.	3	20	15	38
15.	10	19	17	46
16.	0	23	16	39
17.	15	9	12	36
18.	0	14	14	28
19.	0	41	14	55
20.	8	21	35	64
21.	4	43	15	62
22.	10	20	38	68
23.	7	17	25	49
24.	9	27	25	61
25.	7	16	18	41
26.	13	11	14	38
27.	6	25	17	48
28.	0	25	9	34
29.	0	18	36	54
30.	14	13	13	40
31.	0	15	16	31
32.	0	14	13	27
33.	0	19	18	37
34.	0	30	26	56
35.	0	24	30	54
36.	11	12	14	37
37.	0	33	32	65
38.	0	37	16	53
39.	13	18	22	53
40.	10	11	23	44
41.	0	22	59	81
42.	6	37	15	58
43.	4	28	22	54
44.	12	28	32	72
celkem	257	965	903	2125
průměr	5,8409	21,932	20,523	48,295

Příloha č. 7 – Naměřené hodnoty v terénu – operátor B

1. Porost 212A5

ráno	1	2	3	celkem
1.	0	23	33	56
2.	0	24	35	59
3.	0	13	26	39
4.	7	17	37	61
5.	23	22	35	80
6.	9	32	26	67
7.	11	16	30	57
8.	7	14	23	44
9.	14	29	41	84
10.	7	13	17	37
11.	0	16	18	34
12.	28	15	26	69
13.	0	15	20	35
14.	83	18	27	128
15.	0	18	57	75
16.	26	16	29	71
17.	0	17	23	40
18.	15	29	18	62
19.	13	15	25	53
20.	0	18	13	31
21.	30	21	16	67
22.	0	20	17	37
23.	16	23	17	56
24.	0	21	20	41
25.	0	22	21	43
26.	0	16	22	38
27.	0	23	18	41
28.	0	21	28	49
29.	6	16	53	75
30.	0	17	39	56
31.	17	43	28	88
32.	16	20	15	51
33.	18	20	23	61
34.	0	19	18	37
35.	6	18	31	55
36.	5	22	32	59
37.	9	18	25	52
38.	5	25	28	58
celkem	371	765	1010	2146
průměr	9,7632	20,132	26,579	56,474

poledne	1	2	3	celkem
1.	4	23	34	61
2.	8	18	24	50
3.	0	24	27	51
4.	0	22	22	44
5.	11	24	36	71
6.	0	20	42	62
7.	5	17	28	50
8.	14	16	30	60
9.	0	20	34	54
10.	0	22	26	48
11.	13	26	26	65
12.	29	27	33	89
13.	0	21	39	60
14.	0	21	40	61
15.	13	19	30	62
16.	8	28	39	75
17.	0	19	45	64
18.	15	26	31	72
19.	14	18	43	75
20.	11	28	50	89
21.	11	23	25	59
22.	7	19	36	62
23.	10	51	32	93
24.	22	24	32	78
25.	0	19	41	60
26.	19	23	30	72
27.	0	22	42	64
28.	0	21	20	41
29.	7	20	40	67
30.	0	23	34	57
31.	13	15	33	61
32.	5	25	27	57
33.	0	18	28	46
34.	11	31	31	73
celkem	250	773	1130	2153
průměr	7,3529	22,735	33,235	63,324

2. Porost 235A6

večer	1	2	3	celkem
1.	9	21	45	75
2.	6	17	18	41
3.	0	15	32	47
4.	0	18	21	39
5.	14	15	17	46
6.	6	18	23	47
7.	0	16	13	29
8.	9	21	26	56
9.	11	17	30	58
10.	10	15	33	58
11.	7	19	43	69
12.	21	30	39	90
13.	10	33	35	78
14.	15	21	28	64
15.	10	18	28	56
16.	0	22	30	52
17.	0	21	24	45
18.	12	31	35	78
19.	0	18	22	40
20.	13	41	46	100
21.	6	24	28	58
22.	0	22	26	48
23.	0	19	39	58
24.	10	24	59	93
25.	0	26	30	56
26.	24	13	37	74
27.	20	20	38	78
28.	0	22	35	57
29.	17	23	19	59
30.	7	21	48	76
31.	10	23	19	52
32.	6	17	30	53
33.	12	18	23	53
34.	10	19	18	47
35.	10	21	20	51
36.	10	19	15	44
celkem	295	758	1072	2125
průměr	8,1944	21,056	29,778	59,028

ráno	1	2	3	celkem
1.	5	33	39	77
2.	7	19	18	44
3.	9	21	42	72
4.	7	18	17	42
5.	6	15	23	44
6.	17	16	31	64
7.	0	17	26	43
8.	23	17	44	84
9.	0	16	36	52
10.	16	17	26	59
11.	0	14	24	38
12.	12	13	19	44
13.	18	18	24	60
14.	19	15	37	71
15.	0	14	36	50
16.	0	14	40	54
17.	10	23	31	64
18.	0	26	27	53
19.	26	18	25	69
20.	0	21	34	55
21.	13	17	19	49
22.	8	20	43	71
23.	0	17	39	56
24.	0	22	43	65
25.	6	18	36	60
26.	5	14	28	47
27.	10	16	31	57
28.	28	22	36	86
29.	10	14	19	43
30.	13	23	13	49
31.	0	12	13	25
32.	0	27	40	67
33.	20	23	41	84
34.	11	26	27	64
35.	0	28	35	63
36.	0	23	65	88
celkem	299	687	1127	2113
průměr	8,3056	19,083	31,306	58,694

poledne	1	2	3	celkem
1.	0	20	16	36
2.	13	16	10	39
3.	0	35	19	54
4.	0	30	20	50
5.	53	16	11	80
6.	10	31	35	76
7.	5	19	34	58
8.	16	14	18	48
9.	0	18	23	41
10.	0	18	27	45
11.	13	25	32	70
12.	0	21	40	61
13.	23	14	25	62
14.	21	14	35	70
15.	12	13	22	47
16.	0	13	23	36
17.	0	15	24	39
18.	11	22	36	69
19.	15	23	47	85
20.	17	26	37	80
21.	2	16	51	69
22.	19	18	39	76
23.	8	17	27	52
24.	0	20	44	64
25.	8	18	33	59
26.	14	20	33	67
27.	0	17	36	53
28.	13	30	56	99
29.	10	16	47	73
30.	14	18	34	66
31.	17	19	30	66
32.	6	11	17	34
33.	5	27	33	65
34.	0	14	25	39
35.	17	15	24	56
36.	0	19	27	46
celkem	342	698	1090	2130
průměr	9,5	19,389	30,278	59,167

večer	1	2	3	celkem
1.	0	18	26	44
2.	33	17	35	85
3.	10	18	30	58
4.	0	17	34	51
5.	20	18	40	78
6.	0	21	33	54
7.	12	17	23	52
8.	0	18	28	46
9.	0	14	28	42
10.	15	13	18	46
11.	0	22	25	47
12.	30	23	42	95
13.	11	14	27	52
14.	0	17	28	45
15.	8	17	36	61
16.	11	13	28	52
17.	0	20	66	86
18.	20	14	25	59
19.	0	17	22	39
20.	0	22	41	63
21.	7	20	20	47
22.	0	16	21	37
23.	0	16	27	43
24.	20	16	23	59
25.	12	12	25	49
26.	0	27	25	52
27.	18	17	26	61
28.	0	30	22	52
29.	15	18	26	59
30.	0	16	23	39
31.	5	17	33	55
32.	21	30	35	86
33.	0	21	18	39
34.	9	14	28	51
35.	6	11	44	61
36.	21	27	35	83
37.	13	19	34	66
38.	0	13	22	35
celkem	317	690	1122	2129
průměr	8,3421	18,158	29,526	56,026

Příloha č. 8 – CD s bakalářskou prací v elektronické podobě a dalšími přílohami

Seznam příloh na CD:

- 1. Záznamy o směnách a celkových těžbách v porostech z harvestoru**
- 2. Fotografie porostu**
- 3. Porostní mapy**
- 4. Ukázkový videozáznam**