

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnických technologií a staveb



**Stanovení odchylek přesnosti objemu výroby při pni komparací
mezi manuálním a elektronickým měřením objemu dříví harvestory
ve vybraných výrobních podmínkách**

Bakalářská práce

Autor: Martin Mrňák

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Dvořák, Ph.D.

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Mrňák

Lesnictví

Název práce

Stanovení odchylek přesnosti objemu výroby při pni komparací mezi manuálním a elektronickým měřením objemu dříví harvestory ve vybraných výrobních podmínkách

Název anglicky

Comparison of Accuracy of Timber Volume between Manual Measuring and Electronic Measuring of Harvesters in Selected Production Conditions

Cíle práce

Analýza objemových odchylek mezi ručním příjmem dříví dle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví z r. 2008 a elektronickým příjmem z harvestoru.

Metodika

- 1.) Volba výrobních podmínek vč. harvestoru pro experimentální měření.
- 2.) Specifikace metodik manuálního a elektronické příjmu dříví.
- 3.) Výpočet objemů zpracovaných kmenů a sortimentů dle zvolených metodik příjmů dříví s ohledem na vybrané výrobní podmínky.
- 4.) Stanovení odchylek objemu výroby mezi jednotlivými metodikami výpočtu objemu dříví.
- 5.) Porovnání výsledků s přípustnými požadavky lesního provozu.

Doporučený rozsah práce

30 stran + 10 příloh

Klíčová slova

příjem dříví, harvester, odchylky objemu dříví.

Doporučené zdroje informací

ČESKO. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2008*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2008. ISBN 978-80-7084-861-6.

DEJMAL, J. – RÓNAY, E. *Lesná ťažba*. BRATISLAVA: PRÍRODA, 1991.

DVOŘÁK, J. *Využití harvesterových technologií v hospodářských lesích = The use of harvester technology in production forests*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2012. ISBN 978-80-7458-028-4.

MENDELOVA ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ UNIVERZITA. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA, – NERUDA, J. *Harvesterové technologie lesní těžby*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008. ISBN 978-80-7375-146-3.

SVAZ ZAMĚSTNAVATELŮ DŘEVOZPRACUJÍCÍHO PRŮMYSLU. *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008 : platnost od 1.1.2008*. Praha [i.e. Kostelec nad Černými lesy]: Lesnická práce, 2007. ISBN 978-80-87154-01-4.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Dvořák, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 29. 3. 2016

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 10. 04. 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Stanovení odchylek přesnosti objemu výroby při pni komparací mezi manuálním a elektronickým měřením objemu dříví harvestory ve vybraných výrobních podmínkách* vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Jiřího Dvořáka, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 110/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Červených Janovicích dne 18.4.2017

Podpis:

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Jiřímu Dvořákovi, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při vedení a konzultacích v průběhu vypracování bakalářské práce.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je zjištění rozdílů mezi elektronickým a manuálním měřením veličin potřebných pro výpočet objemů vyrobeného dříví. Porovnávána jsou data z *.stm souborů výrobně-evidenčního softwaru vybraného harvestoru a data zjištěná manuálním měřením používaným v lesnickém provozu při prvotním příjmu dříví jednotlivě při pni. Výpočet objemu jednotlivých vzorníků je proveden dle Huberova vzorce v jednoduché databázi vytvořené v programu MS Excel. Experimentální měření je uskutečněno na dříví vyrobeném výhradně v mýtních těžbách na hlavní hospodářské dřevině, smrku ztepilém. Obsahem práce jsou stereometrické veličiny 1.330 vzorníků (sortimentů) naměřené oběma výše uvedenými způsoby a jejich vypočtené objemy. Zjištěné relativní rozdíly se pohybují po matematické analýze v intervalu od 0,74 % do 1,24 % v závislosti na typu sortimentu. Výsledkem práce je ověření skutečnosti, že měřicí systémy víceoperačních těžebních strojů (v tomto případě vybraného harvestoru), pokud jsou dobře nastaveny, vykazují velmi přesné měření veličin pro výpočet objemu vyrobeného dříví.

Klíčová slova: příjem dříví, harvestor, rozdíly objemu dříví, měření surového dříví

Abstract

The aim of this bachelor thesis is a detection of differences between electronic and manual measurements concerning quantities needed for calculation of the volume of produced wood. Data from *.stm files of produce-recordkeeping software from chosen harvester are compared to data gathered from manual measurements used in forestry operations during first receipt of the wood. The calculation of volume of each sampler is conducted according to Huber's formula in simple database created in MS Excel programme. Experimental measurement is focused on the production of the main woody plant- the Norway spruce (*Picea abies*) solely from clearing fellings. Content of the thesis is made of stereometrical quantities 1.330 samplers (assortments) measured by both methods mentioned above and their calculated volumes. After mathematical analyse, discovered relative differences are in interval from 0.74 % to 1.24 %, depending on the type of assortment. The final result of the

thesis is verification of the fact that, if set correctly, measuring systems of multiple-operating felling machines (in this case the harvester) provide very accurate measuring of quantities needed for calculation of the volume of produced wood.

Keywords: receipt of the wood, harvester, differences in volume of the wood, measurements of the wood

Obsah

1 Úvod.....	9
3 Literární přehled.....	11
3.1 Harvestorová technologie.....	11
3.2 Historie nasazení harvestorových technologií v České republice.....	11
3.3 Počty víceoperačních strojů v ČR.....	13
3.4 Podíl využití harvestorových technologií v těžbě dříví.....	15
3.5 Výrobní potenciál pro harvestorovou technologii v ČR.....	16
3.6 Měřicí a řídicí systémy víceoperačních strojů.....	18
3.7 Komunikační standard StanForD.....	18
3.8 Systém Dasa 4.....	19
3.9 Cenové matice.....	21
3.10 Kubírování dříví.....	22
3.10.1 Výpočet objemu jednotlivých výřezů.....	22
3.10.2 Hromadný výpočet objemu dříví.....	23
3.10.3 Hmotnostní přejímky dříví a přepočet na objem.....	24
3.10.4 Elektronické měření a výpočet objemu dříví harvestory.....	24
3.10.5 Rozdíly při stanovení objemu dříví.....	26
4 Metodika.....	28
4.1 Volba výrobních podmínek.....	28
4.2 Metodika manuálního měření dříví.....	28
4.3 Metodika elektronického příjmu dříví harvestorem.....	29
4.4 Výpočty objemů zpracovaných sortimentů a sestavení databáze.....	30
4.5 Stanovení rozdílu objemu výroby mezi jednotlivými metodikami výpočtu objemu dříví.....	30
5 Výsledky.....	31
5.1 Vybrané výrobní podmínky.....	31
5.2 Celkový rozsah měření.....	31
5.3 Analýza rozdílů objemů podle jednotlivých sortimentů.....	32
5.3.1 Sortiment „kulatina 15+“.....	32
5.3.2 Sortiment „kulatina 30+“.....	34
5.3.3 Sortiment „KPZ“.....	36
5.3.4 Sortiment „DTD, vláknina“.....	38

5.3.5 Sortiment „oddenek 35+“	40
5.3.6 Sortiment „hranlovina“	42
5.3.7 Celkový objem výroby pro experimentální měření	44
5.3.8 Dvouvýběrový <i>t</i> -test mezi průměrným objemem sortimentů měřeným dvěma metodikami	46
6 Diskuze a závěr	47
7 Seznam literatury a použitých zdrojů.....	50
8 Přílohy.....	56

1 Úvod

V lesním hospodářství v rámci České republiky ale i v celosvětovém měřítku dochází ke stále většímu využití harvestorových technologií pro těžbu dřeva. Z počátku byly tyto stroje nasazovány především ke zpracování kalamitních těžeb při imisních a živelných pohromách, které postihly naše lesy hlavně v druhé polovině minulého století. S nástupem harvestorů nové generace byly konstruovány i menší stroje, využívané při výchovných zásazích v předmýtních těžbách již při prvních probírkách. Harvestorové uzly jsou nasazovány především do jehličnatých porostů. V listnatých těžbách nachází uplatnění hlavně v bukových porostech nižších věkových tříd s menším podílem růstových vad (především křivosti).

Tento trvale vzrůstající trend má hlavní důvody ve vysoké produktivitě práce, úspoře pracovních sil, zvýšené ergonomii a bezpečnosti práce, dokonalém vyduhování vytěžené dřevní suroviny a v neposlední řadě v omezení škod na lesních porostech způsobených těžbou. Při dlouhodobém a zřejmě nevratném úbytku kvalifikovaných pracovníků potřebných pro motomanuální těžbu lze předpokládat, že podíl dříví zpracovávaného harvestorovými technologiemi dále ještě poroste i přes vysoké pořizovací ceny strojů, nákladné opravy a dlouhodobé a nákladné zaškolování operátorů.

Se vzrůstajícím podílem využití víceoperačních těžebních strojů ve výrobě surového dříví v podmínkách České republiky stoupá i podíl sortimentní těžební metody, která je úzce spjata s harvestorovou technologií. V posledních letech se její podíl z celkových ročních těžeb v ČR pohybuje mezi 29-38 % (MZe 2016). V souvislosti s tím vzniká při obchodování s dřevní surovinou problém s přístupem zúčastněných stran k výpočtu objemu vytěženého respektive dodaného dříví. Bohužel zatím neexistuje jednotný systém měření a kubírování dříví, který by jednoznačně odstranil neshody mezi dodavatelem a odběratelem dříví. V současné praxi dodavatel těžebních prací považuje za správná data z měřicího systému těžebního stroje, zadavatel (majitel, správce lesa) se odvolává na množství zjištěné měřením na odvozním místě v hraních s využitím přepočítávacích koeficientů a zpracovatel akceptuje pouze výstupy elektronické přejímky z měřicího zařízení v jeho závodě.

Tato práce si klade za cíl zjistit rozdíly ve výpočtu objemu výroby elektronickým měřicím systémem vybraného harvestoru v porovnání s manuálním měřením a

výpočtem objemu dle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR z roku 2008.

3 Literární přehled

3.1 Harvestorová technologie

Harvestory dnes představují vrchol moderních těžebních technologií jak z hlediska efektivity výroby, tak z hlediska ergonomie a bezpečnosti práce.

Harvestorová technologie spočívá v skácení stromů, jejich odvětvení, výroby sortimentů a jejich vyklizení harvestorem k vyvážecí linii. Pak následuje ve většině případů kontinuálně vyvážení vyrobeného dříví na odvozní místo vyvážecím traktorem – forwarderem. Harvestor jako víceoperační těžební stroj tak tvoří s vyvážecím traktorem celek, který je označován jako harvestorový uzel.

„Oba tyto stroje jsou speciálně navrženy a zkonstruovány pro práci v lesním prostředí a tudíž také s ohledem na jejich šetrnost k přírodě. Naprostá většina výrobců se zaměřuje na vývoj vedoucí k minimalizaci dopadů pohybu strojů v porostech. Ať už se jedná o nové typy širokoprofilových pneumatik, pásů a kolopásů snižujících měrný tlak na půdu nebo o zcela unikátní řešení krácejícího harvestoru jehož „chodidla“ působí na půdu minimálním tlakem“ (Macků 2015). Minimalizace poškození porostů ovšem ve velké míře závisí na odbornosti a odpovědnosti obsluhy a také na odpovídajících výrobních podmínkách, do kterých jsou stroje nasazovány.

Riziko poškození porostů, ve kterých pracují tyto stroje lze dále významně snižovat kvalitní technickou přípravou výroby včetně technologických karet a zodpovědnou volbou těžební a dopravní technologie s ohledem na místní podmínky dané lokality. Zohledněním všech těchto aspektů lze docílit velmi dobrých výsledků, kdy podíl poškozených stromů spadá k hranici 5% (Malík, Dvořák 2007).

3.2 Historie nasazení harvestorových technologií v České republice.

První počátky nasazování těžkých těžebně-dopravních strojů v České republice se datují do poloviny sedmdesátých let minulého století. Jednalo se o jednooperační stroje, takzvané první generace. Nejprve to byla značka Logma což byl vlastně procesor, který pouze odvětvoval a kácení bylo prováděno motomanuálně. Tyto první stroje byly využity především při zpracovávání imisních kalamit v severních Čechách.

Poněkud jiná technologie se objevuje koncem 70. let u strojů pořízených od firem Volvo a Ösa. Tyto nové harvestory prováděly operace kácení, odvětvování a druhování sortimentu přímo v porostu. Na speciální traktor byl namontován hydraulický jeřáb s kácecí hlavicí a v kombinaci s procesorovou hlavicí vznikl takzvaný dvouúchopový harvester. Některé jiné linie rozvíjely v dnešní době již překonanou myšlenku jednoúčelových kácecích strojů, které stromy po odříznutí vynášely z porostu na linky, takže vůbec nepoškodily přirozené zmlazení pod nimi. Všechny těžebně dopravní stroje této generace vynikaly svou robustností a hmotností minimálně 22 tun a také značně poškozovaly porostní půdu nevhodně řešenými podvozky. Zřejmě z této doby ještě přetrvávají averze některých konzervativních lesníků k těmto technologiím (Lasák, Němec 1996).

Dalším přelomovým bodem v historii vývoje harvesterových technologií byl rok 1987, kdy se ve světě objevily první jednoúchopové harvestory druhé generace. Tyto stroje byly převratné tím, že těžební hlavice byla namontována na konci hydraulického jeřábu a dokázala strom pokácet, odvětvit, rozmanipulovat a vyklidit k vyvážecí lince na jedno uchopení. V České republice se objevilo v 90. letech několik těchto harvesterů převážně značky Timberjack a byly využívány v nejmladších porostech při výchovných zásazích. U vojenských lesů v této době pracovaly finské harvestory značky Makeri, které měly těžební hlavici připevněnou přímo na podvozku, takzvané úzkozáběrové harvestory. Harvester tohoto typu pracoval tak, že dojel až ke kácenému stromu, strom pokácel nožovým kácecím ústrojím a vyvezl nastojato k vyvážecí lince, kde zde strom odvětvil a druhoval. Během těchto operací docházelo k poměrně silnému poškození kořenových náběhů kovovými pásy, kterými byl stroj vybaven. Ve smrkových porostech se proto tyto harvestory příliš neosvědčily a byly nasazovány v oblastech severní Evropy do borových monokultur (Dvořák 2012).

K největšímu rozvoji harvesterových technologií dochází v České republice na počátku 90. let v úzké souvislosti s vývojem sortimentní těžební metody. Zde dochází k synchronizovanému spojení harvesterů s vyvážecím traktorem – forwarderem v takzvanou komplexní harvesterovou technologii. Harvester pracuje v přibližně dvacetimetrových pracovních polích (dle dosahu hydraulického jeřábu) a zpracované dříví ukládá k vyvážecí lince. Současně při zpracování stromů ukládá harvester odvětvěnou klest na vyvážecí linku a vytváří tím takzvanou klestřovou

rohož. Ta podstatně snižuje riziko poškození půdy a kořenových náběhů a je také výrazně snížen tlak na půdu způsobený pojezdem strojů, což je výhodné hlavně v lokalitách se zvýšenou hladinou podzemní vody a tedy podmíněnou únosností půd. Od této doby dochází k postupnému nasazování harvestorových technologií jak do předmýtních, tak mýtních těžeb. V tomto širokém spektru těžebních prací nachází nejvíce uplatnění harvestory středních výkonových tříd (71 - 140 kW). Tyto stroje nepřesahují svou hmotností 14 tun a zatížení půdy je u nich ještě sníženo použitím moderních širokoprofilových, nízkotlakých pneumatik o šíři 500 – 700 mm. Měrný tlak na půdu proto ve většině případů nepřesáhne 100 kPa. Společně se zodpovědným přístupem technickohospodářských pracovníků při technologické přípravě a operátorů těžebně dopravních strojů můžeme považovat tuto harvestorovou technologii za velmi šetrnou k lesnímu prostředí. Díky této skutečnosti se postupně snižuje nedůvěra k této technologii v očích odborné veřejnosti, o čemž svědčí stále rostoucí počet harvestorů u nás a také zvyšující se podíl harvestorových těžeb (Malík, Dvořák 2007).

3.3 Počty víceoperačních strojů v ČR

Rostoucí trend využívání víceoperačních strojů potvrzuje i „Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství v České republice v roce 2015“ vydaná Ministerstvem zemědělství v roce 2016, která mimo jiné uvádí i počty těžebně dopravních strojů (tab. 1). Je zde uvedeno, že v současné době je u nás v provozu celkem 531 těžebních strojů a 883 forwarderů. Nejpočetněji jsou zastoupeny harvestory s úřezem do 55 cm v počtu 228 strojů. Další početnou skupinu se 111 stroji tvoří harvestory s úřezem do 62 cm a velké harvestory s úřezem do 75 cm jsou zastoupeny 77 stroji. Z hlediska typu podvozku můžeme harvestory rozdělit na kolové 494 kusů a pásové 37 kusů. Na druhou stranu ukazují jiné zdroje podstatně nižší počet aktivně provozovaných strojů. Natov a Dvořák (2015) uvádí, že počet registrovaných harvestorů v Centrálním registru vozidel České republiky se pohybuje mírně pod hranicí sto strojů. Vzhledem k tomu, že se přeprava strojů provádí po „veřejných účelových komunikacích“, tak by měly být stroje v Centrálním registru vozidel vedeny (Dvořák a Chytrý 2016). Z výše uvedených zdrojů, tak lze usuzovat, že se skutečný počet aktivně provozovaných harvestorů bude pohybovat na hranici 200 - 250 strojů.

Tab. 1. Počty harvestorů v ČR v roce 2015

Výrobce	Počet strojů					
	celkový		dle úřezu kácecí hlavice (cm)			
	(ks)	(%)	do 55	do 62	do 72	do 75
John Deere	218	44,1	56	63	80	19
Rottne	115	22,3	63	36	0	16
Komatsu	48	9,7	17	8	21	2
Ponsse	49	9,9	4	0	11	34
Logset	9	1,8	0	1	2	6
HSM	2	0,4	2	0	0	0
Sampo	25	5,1	25	0	0	0
Gremo	3	0,6	2	1	0	0
SP-Maskiner	2	0,4	2	0	0	0
Caterp./EcoLog	2	0,4	1	1	0	0
Nokka	1	0,2	1	0	0	0
Vimek 404	14	2,8	14	0	0	0
UTC 10-67	1	0,2	1	0	0	0
Entracon	5	1,0	5	0	0	0
<i>Kolové celkem</i>	<i>494</i>	<i>100</i>	<i>193</i>	<i>110</i>	<i>114</i>	<i>77</i>
Kaiser	1	2,7	0	0	1	0
Menzi Muck	3	8,1	3	0	0	0
MHT Linz	32	86,5	31	1	0	0
Königs Tiger	1	2,7	1	0	0	0
<i>Pásové celkem</i>	<i>37</i>	<i>100</i>	<i>35</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
Celkem	531		228	111	115	77
Procesor Hypro	3		3	0	0	0

(Zdroj: Mze 2016)

3.4 Podíl využití harvesterových technologií v těžbě dříví.

Harvesterová technologie je vázána na sortimentní těžební metodu. Podle Zprávy o stavu lesa a lesní hospodářství ČR za rok 2015 tvořil podíl této těžební metody 37,7 % z celkové roční těžby v České republice, která činila 16,16 mil.m³ (tab. 2).

Tab. 2. Zastoupení těžebních technologií (v tis. m³)

Subjekty	Objem sortimentní metody	Objem kmenové metody	Celkový objem těžby	Podíl sortimentní metody
	(tis.m ³)			(%)
Státní lesy	3 470,3	5 792,6	9 263	37,5
Obecní lesy	1 039,5	1 880,5	2 920	35,6
Soukromé lesy	1 584,1	2 396,0	3 980	39,8
Celkem	6 093,9	10 069,1	16 163	37,7

(Zdroj: Mze 2016)

Tyto údaje jednoznačně dokazují neustále rostoucí trend ve využívání harvesterové technologie při těžbě dříví v ČR. Množství udávající podíl dříví zpracovaného harvestory může však být mírně zkresleno. Jde o to, že je v praxi uplatňováno několik variací a drobných obměn těžebně dopravních technologií, kdy je i při sortimentní metodě použita motomanuální těžba dříví s následným vyvážením vyvážecími traktory nebo vyvážecími soupravami UKT s přívěsem. Podle některých odborníků může tento rozdíl činit 5 až 7 % (Dvořák, Natov 2015). Druhým faktorem, který snižuje přesnost vykazovaného množství dříví zpracovaného sortimentní metodou je fakt, že je sem zařazován i objem sortimentů vyrobených až na odvozním místě. Toto dříví bylo přitom vlastně vyrobeno v rámci kmenové těžební metody.

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že i počty harvesterů uvedené ve Zprávě o stavu lesa a lesního hospodářství v ČR jsou poněkud nadhodnoceny, což potvrzuje výstup Natova a Dvořáka (2015) uvedený v kap.3.3..

3.5 Výrobní potenciál pro harvesterovou technologii v ČR.

Při nasazení harvesterových technologií je třeba dbát na to aby byl v první řadě dodržen zákon číslo 289/1995 Sb, o lesích a zvláště pak ustanovení § 11 (každý si musí počínat tak aby nedocházelo k ohrožování nebo poškozování lesů) a § 34 který říká, že přibližování, uskladnění a odvoz dříví musí být prováděno tak aby nedocházelo k nepřiměřenému poškozování lesů. Pro zachování trvale udržitelného hospodaření v lesích z hlediska použití harvesterových technologií jsou nutné zodpovědné způsoby přípravy, řízení a organizace prací. Při dodržení těchto základních požadavků lze považovat harvesterovou technologii za velmi šetrné a není třeba se obávat větších ekologických nebo ekonomických ztrát (Ulrich a kol. 2016). K tomu slouží vytvořené terénní klasifikace a terénní typizace, které doporučují vhodné těžební a dopravní technologie tak, aby docházelo k minimálnímu poškozování lesních ekosystémů a lesní cestní sítě při zachování vysoké produktivity práce. Při úvahách o využití harvesterové technologie je třeba brát v potaz několik nejdůležitějších výrobních podmínek, které limitují použitelnost těžebně dopravních strojů. Jsou to hlavně přírodní a terénní podmínky. Obecně se udává, že kolové harvestory zvládnou podélný sklon terénu 35 %, výjimečně 50 % a příčný sklon do 10 % (Dvořák a kol. 2012). Co se týká terénních překážek je možnost nasazení harvesterů podmíněna výškou překážek do 500 mm a nebo rozstupem vyšších překážek větším jak pět metrů. K dalším výrobně technickým podmínkám, které je nutné zohlednit patří charakter těžebního zásahu a zpracovávané suroviny, technické parametry konkrétních strojů a v neposlední řadě odbornost a technologická kázeň operátorů.

„Dále je při využívání harvesterových technologií v rámci lesního hospodářství ČR nutno respektovat jistá omezení a vycházet z následujících předpokladů.

- Technologie bude využita především v lesích hospodářských a lesích zvláštního určení. Neuvažuje se s jejím využitím v prvních zónách CHKO a NP.*
- Plochy s výskytem překážek o výšce nad 50 cm nejsou vhodné pro tuto technologii a proto se nasazení harvesterů v těchto lokalitách nepředpokládá.*

- *Plochy ovlivněné vodou (podmáčené apod.), tedy obecně se sníženou únosností terénu, jsou velmi citlivé již i na jeden přejezd těžké techniky a tudíž se ani zde nepředpokládá využití harvestorů.*
- *Pro zajištění minimální efektivity technologie se těžební zásahy zaměří na porosty s objemem středního kmene od 0,05 m³.*
- *Technologie je optimalizována pro jehličnaté porosty s dominantním postavením smrku a borovice. Z listnatých dřevin přicházejí v úvahu zejména porosty s bukem a břízou do věku 50 let. Ostatní dřeviny jsou z technologického hlediska problematické ke zpracování nebo netvoří významné postavení v lesním hospodářství“ (Dvořák a kol. 2012).*

Ve snaze o ucelený obraz možného využití harvestorových technologií v lesním hospodářství České republiky byl ve spolupráci s Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů v Brandýse nad Labem vypracován plošný a objemový potenciál pro harvestorovou technologii v České republice na základě výše uvedených kritérií.

Ze zmiňovaného dokumentu lze vysledovat, že nejlepšími výrobními podmínkami pro využití harvestorové technologie jsou jehličnaté porosty se zastoupením smrku a borovice nad 80 %. Z hlediska dostupnosti a únosnosti terénu lze harvestory využít na 78 % výměry lesů ČR, tj. zhruba na 2,02 mil. ha. V těchto porostech je tak přibližně k dispozici zásoba 572 mil. m³ dříví. Naprostá většina tohoto objemu je vhodná pro využití celého harvestorového uzlu, to je harvestor a forwarder. Tedy nejefektivnější varianty harvestorové technologie (Dvořák a kol. 2012).

Podobná studie vznikla na Ministerstvu zemědělství ČR již v roce 2010 pod názvem „Zjištění rozlohy a porostní zásoby v lesích ČR, kde je možno využít pro lesnické hospodaření harvestorové technologie“ zde autoři uvádí možný potenciál využití harvestorových technologií dokonce až 85 % celkové výměry lesů v České republice.

3.6 Měřicí a řídicí systémy víceoperačních strojů

Pro zjišťování, uchovávání a přenos veškerých dat týkajících se vyrobeného dříví a provozu stroje je do víceoperačních těžebních strojů instalováno složité softwarové vybavení. Tyto softwarové technologie zajišťují například kontrolu technických funkcí stroje a komunikaci měřících senzorů v těžební hlavici s hlavním počítačem v kabině operátora. Operátor má tyto data k dispozici v digitální formě na hlavním monitoru (příloha č. 8). Hlavní složkou tohoto softwarového vybavení harvesterů je tzv. výrobně-evidenční software, který jak už název napovídá, zajišťuje získávání a zpracování výrobních dat. Celý systém lze ještě doplnit satelitní navigací GSM s přenosem dat pro okamžitý export aktuálních dat ze stroje přímo k zadavateli práce nebo odběrateli dříví. Mezi hlavní výrobní data zpracovávaná výrobně-evidenčním softwarem patří rozměry a druh zpracovávané dřeviny, optimální sortimentace kmene, hmotnost a počet pokácených stromů, objem vyrobených sortimentů a v neposlední řadě výrobní jednotka, nejčastěji jednotka prostorového rozdělení lesa atd. (Dvořák a kol. 2012). Veškerá tato výrobní data ukládá výrobně-evidenční software v textových souborech s parametry splňujícími jednotný standard StanForD. Jednotlivé soubory jsou rozlišeny příslušnými koncovkami podle obsahu dat v souboru. Například soubor produkční přehled, kde je evidován celkový počet vytěžených stromů, objem a počet vyrobených sortimentů podle druhů dřevin má koncovku *.prd (příloha č. 10). Soubor s uloženou ceníkovou maticí má koncovku *.apt a soubory s koncovou *.stm obsahují podrobné informace o rozměrech a objemech jednotlivých výřezů (Dvořák a kol. 2012).

3.7 Komunikační standard StanForD

Počet výrobců softwarových produktů kterými jsou různé značky víceoperačních těžebních strojů vybavovány je poměrně rozsáhlý. Pro usnadnění nastavování, komunikace a přenosu dat mezi jednotlivými systémy byl vyvinut v polovině 80. let jednotný komunikační standard. Tento standard s názvem StanForD (Standard for Forest machine Data and Communication) umožňuje bezproblémový přenos dat mezi jednotlivými typy víceoperačních strojů s různými softwarovými systémy (Dvořák a kol. 2012). Přibližně kolem roku 1980 byl z důvodu optimalizace výroby ve Švédsku

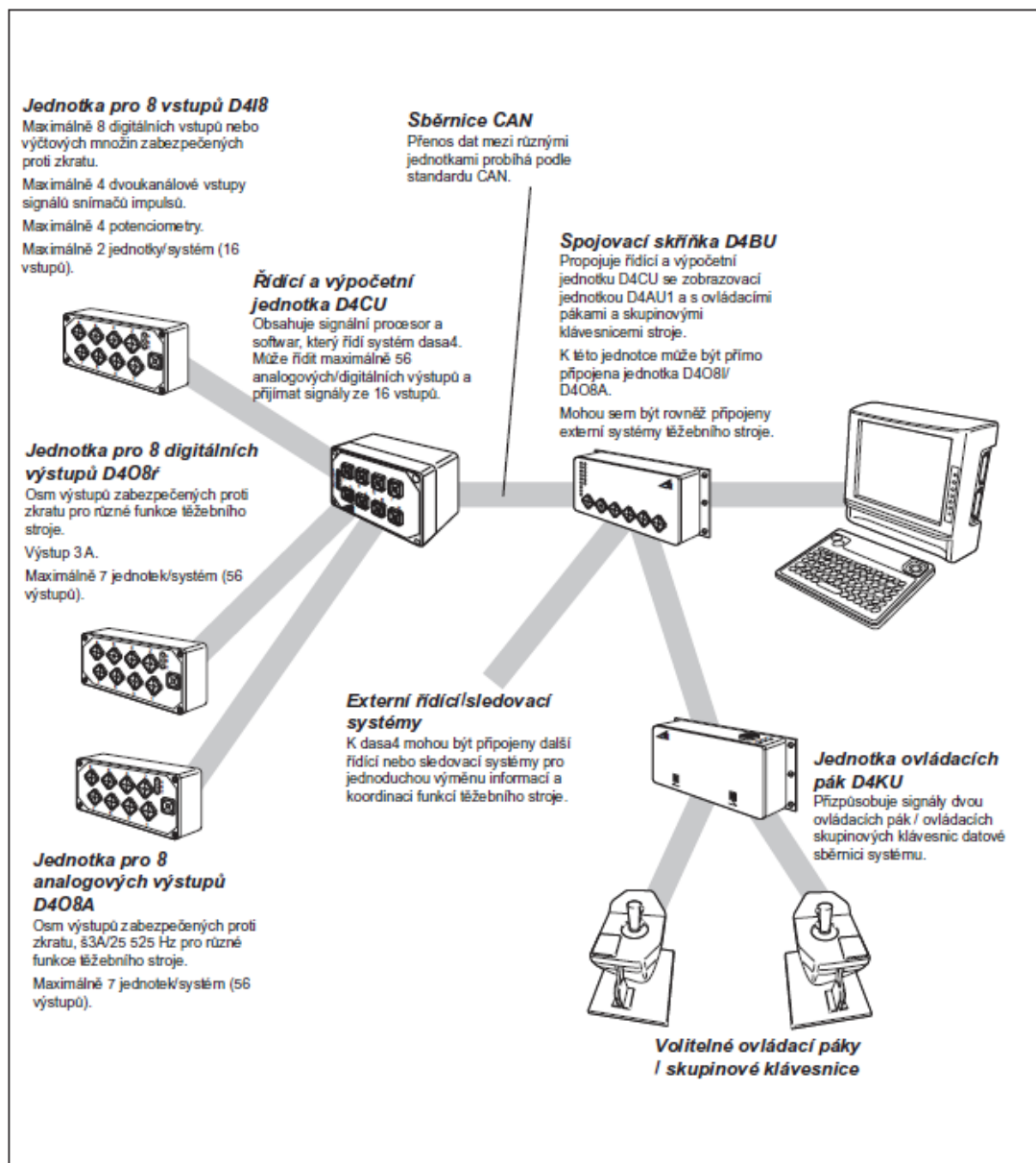
do harvestorů montován první palubní počítač. Záhy vznikla potřeba jednotné normy pro sjednocení správy těchto dat. Po dohodě předních výrobců harvestorů s výzkumným ústavem v Uppsale (Skogforsk) a švédských lesnických společnostech byl první datový standard vytvořen v roce 1988. Od té doby se neustále vyvíjí a zdokonaluje. Na tom se finančně podílejí všechny výše uvedené zúčastněné strany. Bylo také určeno, že jednotný jazyk ve všech dokumentech týkajících se datového formátu bude angličtina. Za rozvoj a udržování systému StanForD je nadále zodpovědný Skogforsk. V současné době se používá již nová verze dokumentu pod názvem StanForD 2010. V novém formátu jsou lepší struktury podporující zprávu dat, vylepšené konstrukční popisy, přísnější prováděcí pravidla (Kabeš 2015).

3.8 Systém Dasa 4

Harvestor Rottne H-20 na kterém bylo prováděno měření pro tuto práci je vybaven řídicím a měřicím systémem Dasa4. „ *Tento systém byl speciálně vyvinut pro prostředí harvestorové těžby. Jedná se o modulárně uspořádaný měřicí a řídicí systém pro těžební stroje, který pracuje v prostředí Windows a vzhledem ke svému provedení se snadno instaluje a používá. Dasa4 je rovněž integrovanou součástí informačních systémů, které jsou používány pilami a lesními společnostmi k řízení a optimalizaci výroby. Při použití části systému, která řídí rozsáhlou těžbu je vybraná data možno přenášet do výrobních systémů řízených počítači, kde jsou dále zpracována*“ (Dasa Control Systems AB, příručka AU1 verze 1,8 cs, Reparoservis 2006).

Řídicí počítač (D4CU) a jednotka I/O (D418, respektive D408) jsou zpravidla umístěny ve stroji a jsou napojeny přímo na solenoidy ventilů a rozdělovače tlaku. Všechny výpočty potřebné pro práci a ovládání pohybů stroje jsou realizovány prostřednictvím CU počítače. Systém může být provozován s různými typy klávesnic a ovládacích prvků. Klávesnice jsou napojeny na jednotku D4KU, kde jsou jednotlivé signály převáděny do sběrnice. Počítač CU a jednotky KU jsou všechny propojeny do společné CAN sběrnice přes jednotku D4BU, která zároveň obsahuje napájecí zdroj a automatický přerušovač proudu (obr. 1).

Na jednotku BU je také možné připojit jednotku, která řídí ventily umístěné v podvozku stroje a upravuje jednotlivé tlaky. Systém Dasa4 může řídit až 56 výstupů, analogových i digitálních a může přijímat signály až z 16 periférií. (www.dasa.se).



Obr.1. Konfigurace systému Dasa4 (Zdroj: Příručka Dasa4 AU1 Dasa Control Systems AB, verze 1,8 cs Reparoservis 2006)

3.9 Cenové matice

Cenová matice je nedílnou součástí výrobně-evidenčního softwaru harvestoru. Je to vlastně ceník, ve kterém jsou uvedeny ceny pro každou třídu (tloušťky/délky). Používá se při manipulaci dříví podle výtěžnosti, kdy je na základě vzájemného porovnání několika naprogramovaných cenových matic možno vybrat rozsah tlouštěk a délek, při kterých se dosahuje nejpříznivější hodnoty výtěžnosti. Při výběru délky bere počítač v úvahu také hodnotu následujících výřezů (vyhodnocení zbytkového kusu). Jako základ pro vyhodnocování vypracovává počítač prognózu sbíhavosti kmene za pomoci dvou hodnot tlouštěk naměřených ve zvolené vzdálenosti od místa předchozího řezu. Například hodnoty tloušťky ve vzdálenosti 1,25 a 2,25 m jsou použity pro vypracování prognózy, jak bude strom vypadat po dalších sedmi metrech. Prognóza je průběžně aktualizována podle hodnot tlouštěk naměřených v průběhu posunu kmene v hlavici vpřed. V případě, že se hodnoty tloušťky příliš odchyľují od prognózy, je vypracována nová, aktualizovaná. Cenová matice je jednou ze čtyř dílčích matic. Dasa 4 kromě ní ještě obsahuje matici požadavků (délky, průměry), matici omezení (maximální objem nebo počet určitého sortimentu), matici barev (barevné rozlišení vyrobených sortimentů maximálně třemi barvami) (Příručka Dasa 4 AU1 Dasa Control Systems AB, verze 1,8 cs Reparoservis 2006).

System také umožňuje zadávání ceny přímo do cenové matice zadáním řádkového ceníku. Na základě řádkového ceníku pak počítač vypočte všechny ceny a zapíše je do cenové matice. Řádkový ceník sestává ze základní ceny a z jejích úprav pro různé délkové a tloušťkové třídy (zadaná částka se přičte k základní ceně).

Dále systém rozlišuje tzv. cenové typy, které se nastavují jako proměnná do horní části okna matice pro jednotlivé sortimenty (Příručka Dasa 4 AU1 Dasa Control Systems AB, verze 1,8 cs Reparoservis 2006).

„Některé vybrané typy strojů jsou také vybaveny programovým modulem Optimization Builder, který umožňuje provedení manipulace tak aby bylo dosaženo maximální výtěžnosti. Funkce „Rozbor ceníku“ umožňuje navíc porovnání cen mezi dvěma cenovými maticemi pro stejný druh dřeviny a vybrat nejvyšší cenu v příslušné třídě. Funkce je užitečná především pro srovnání matic různých cenových typů například m3s - vlákninové sortimenty a m3s - kulatina závisle na štíhlostním

koeficientu. Může tak být učeno, při kterém štíhlostním koeficientu je finančně výhodné vyrábět vlákninu místo kulatiny a naopak“ (Příručka Dasa4 AU1 Dasa Control Systems AB, verze 1,8 cs Reparoservis 2006).

3.10 Kubírování dříví

Kubírováním dříví rozumíme v lesnické praxi výpočet objemu vyrobeného dříví v metrech krychlových hroubí bez kůry. Pro stanovení objemu stereometrickými metodami je nutno znát jmenovitou délku a střední tloušťku měřeného výřezu nebo celého kmene. Délka se měří jako nejkratší vzdálenost mezi čelem a čepem. Většinou se měří ocelovým pásmem po oblině kmene a udává se v centimetrech. Pro konečný výpočet objemu se užívá tedy tzv. jmenovitá délka, která nezahrnuje povinný nadměrek.

Tloušťka kmene je kolmá vzdálenost dvou rovnoběžných tečen vedených v protilehlých bodech příčného průřezu kmene. Tloušťka se měří lesnickými průměrkami v polovině jmenovité délky kmene. Provádí se dvě měření vedené kolmo na sebe. Pro výpočet objemu se použije aritmetický průměr vypočtený z těchto měření. Podle „Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v České republice 2008“ se měření zaokrouhluje vždy dolů na celé centimetry.

Tloušťka se měří v naprosté většině případů v kůře. Pokud z nějakého důvodu potřebujeme z tohoto měření zjistit tloušťku bez kůry, odpovídá tloušťka bez kůry hodnotě měřené v kůře, ale snižená o tloušťku kůry dle vzorce pro odpočet kůry. (Tabulky a polynomy pro výpočet objemu kulatiny bez kůry 1995)

3.10.1 Výpočet objemu jednotlivých výřezů

Pro konečný výpočet objemu jednotlivých výřezů vznikla celá řada kubírovacích vzorců. V současné době jsou aktuální hlavně ty z nich, které umožňují určit objem kulatiny jednoduše a rychle, s nižším, ale pro běžnou praxi dostatečným stupněm přesnosti. Jsou většinou nazvány podle jména původního autora (Huber, Smalian, Newton).

Praktickým uplatněním Huberovy metody pro lesnický provoz jsou různé kubírovací tabulky:

- podle ČSN 48 0009 Tabulky objemu kulatiny bez kůry podle středové tloušťky měřené v kůře.
- podle ČSN 48 0007 Tabulky objemu kulatiny podle středové tloušťky, měřeno bez kůry.
- Tabulky a polynomy pro výpočet objemu kulatiny bez kůry podle středové tloušťky měřené v kůře, (doporučeno MZe, 1995).
- podle ČSN 48 0008 Tabulky objemu výřezu podle čepové tloušťky, měřeno bez kůry.

3.10.2 Hromadný výpočet objemu dříví

Objem dříví měřeného v hraních se zjišťuje pomocí výpočtu prostorových hodnot změřením vnějších rozměrů hraně. Výsledný objem vyjadřuje vztah mezi prostorem zaplněným dřívím a mezerami. Pro konečný výpočet se dle ČSN 48 0050 použijí převodní koeficienty uvedené v „Doporučených pravidlech“ a nebo určených na základě smluvní dohody s odběratelem (DPMTD 2007). Tato převodní čísla však představují průměrné hodnoty a zdaleka neodpovídají každému případu. Na jejich velikost má vliv tloušťka jednotlivých polen, tloušťka kůry, křivost, kvalita opracování, počet polen v měřené jednotce a způsob urovnání do hraně. Podmínkou pro uvedený způsob stanovení objemu hraně je jednotná délka sortimentů a tloušťkové rozpětí plus minus 10 cm od tloušťky středního kusu. Maximální výška hraně se doporučuje do 3 m. Podle některých moderních metod lze zjistit objem hraní elektronickými přístroji např. Afors, Polterluchs, Fovea. Ve skandinávských zemích je též používána hromadná laserová přejímka na odvozních prostředcích přístrojem Logmeter (Kolář 2011).

3.10.3 Hmotnostní přejímky dříví a přepočet na objem

Další ze způsobů stanovení objemu dřevní suroviny je založen na hmotnosti zjištěné vážením. Tato metoda se používá hlavně u vlákninových sortimentů, kde je přejímán velký počet výřezů. Další výhodou této metody je použitelnost nezávisle na dřevině a její úpravě. Při „Atro metodě“ se stanoví hmotnost nákladu, následně se zjistí procento relativní vlhkosti vysušením odebraného vzorku a procentickým podílem sušiny se redukuje hmotnost nákladu. Výsledkem je objem v atrotunách (DPMTD 2007). Z tabulek redukčních hmotností pro danou dřevinu a určitý sortiment se zjistí převodní koeficient na metry krychlové. Příklady jsou uvedeny v tabulce 3. z technických podmínek pro nákup dříví firmou Mondi Štětí a.s..

Tab. 3. Převodní koeficienty

Sortiment: 2,1 - 3 - 4 m	prm na m ³	m ³ na AT	prm na AT
Smrk, jedle s kůrou	0,62	0,445	0,276
Borovice s kůrou	0,59	0,456	0,269
Modřín, douglaska s kůrou	0,60	0,490	0,0294

(Zdroj: Mondi Štětí a.s. 2014)

Při „Lutro metodě“ se objem dříví stanoví obdobně jako u předešlé metody, ale místo vysoušení vzorku se používá index hmotnosti. Ten je určen na základě laboratorního zjišťování přirozené vlhkosti během roku (kolísání indexu hmotnosti) (Vaca 1999).

Mezi fyzikální způsoby stanovení objemu patří ještě způsoby xylometrický a hydrostatický, které využívají principu Archimédova zákona. Tyto metody se u nás prakticky nepoužívají (Janák a kol. 2006).

3.10.4 Elektronické měření a výpočet objemu dříví harvestory

Měření délky jednotlivých sortimentů je prováděno měřícím kolečkem. Toto měřící kolečko může mít různý typ povrchu, aby bylo zabráněno prokluzu a proto je také přitlačováno ke kmeni pružinou nebo hydraulicky. Impulsátor napojený na měřící

kolečko předává do řídicího počítače odpovídající počet impulsů. Z těch je pak v počítači vyhodnocena délka s přesností na jeden centimetr. Měření tloušťky zajišťují senzory zvané potenciometry. Tyto otočné potenciometry jsou zpravidla umístěny v paždí pohyblivých odvětvovacích nožů a reagují na každé otevření nebo zavření odvětvovacího nože. Tloušťka kmene je měřena ve dvou na sebe kolmých směrech v sekcích po deseti centimetrech. Hodnoty napětí z potenciometru jsou zprůměrovány a pak přepočteny v systému stroje na výslednou tloušťku (Neruda 2008).

Měřicí a řídicí systém harvestoru pak provede výpočet objemu vyrobených sortimentů podle druhu dřeviny, tloušťkové třídy a kvality. Metodu využitou ke stanovení objemu naměřených hodnot určují tzv. „cenové typy“. Hodnoty v cenové matici softwaru harvestoru jsou pak uvedeny jako cena/m³.

Nejpoužívanější cenové typy:

- m3f** Pevné měření. Objem je vypočítán jako skutečný objem výřezu. To znamená, že každá část je vypočítána jako válec s vrchním průměrem. Pevné rozměry jsou poté udány jako součet objemů všech částí.
- m3fmi** Norský odhad objemu. Objem je spočítán jako válec s teoretickým průměrem od středu výřezu.
- m3toDE** Německý cenový typ. Objem je založený na naměřeném průměru ve středu výřezu a cenová klasifikace je založena na vrchním průměru. Průměr je zaokrouhlen k nejbližšímu cm.
- m3miDE** Německý cenový typ. Objem a cena jsou založeny na naměřeném průměru ve středu výřezu.
- m3fmimi** Pevné měření. Výpočet objemu je založen na středním průměru. Cenová klasifikace je založena také na středním průměru v mm.
(SilviA 2017)

Pro co nejpřesnější měření tlouštěk, a délek a potažmo co nejpřesnější výpočet objemu vyrobených sortimentů je důležité správné nastavení měřícího systému harvestoru. To se může měnit na základě různých vlastností dřevin, po opravách těžební hlavice nebo i při změnách počasí. K tomuto účelu slouží kalibrace měřícího

systemu, která sestává z kalibrace měření délek a kalibrace měření tloušťek. Cílem kalibrace je tak odstranění systematických chyb měření.

Mimo to by se mělo provádět pravidelné kontrolní měření, kdy se porovnávají hodnoty naměřené harvestorem s ručním měřením vybraného vzorku dříví. Na základě velikosti rozdílů obou těchto měření se rozhoduje o nutnosti nastavení nové kalibrace (Ulrich 2002).

3.10.5 Rozdíly při stanovení objemu dříví

Při stanovování objemů dříví během toku dřevní suroviny mezi různými subjekty vznikají vlivem použití různých metod a způsobů rozdíly neboli ztráty.

Simanov (2003) tyto rozdíly člení na „fiktivní“, které vznikají především použitím rozdílných metod zjišťování objemu dříví výrobcem a odběratelem. Fiktivní ztráty vznikají např. i rozdílným způsobem zaokrouhlování tloušťky. Zaokrouhlování podle principu „na střed“ je teoreticky správné a výsledek se v globálu vyrovnává. Při zaokrouhlování vždy dolů na nejbližší dolní centimetr vzniká jednoznačně záporná chyba. Tato chyba je vždy záporná a nemění se ani při velkém počtu měření.

Tab. 4. Chyba vznikající při zaokrouhlování tloušťek

Tloušťka (cm)	10	20	30	40	50	60	100
Chyba (%)	-10,30	-7,60	-5,10	-3,80	-3,00	-2,50	-1,50

(Zdroj: Šmelko 2000).

„Z tabulky 4 vyplývá, že při zaokrouhlování tloušťek dolů se skutečný objem dříví podhodnocuje průměrně o 5%“ (Šmelko 2000).

Mohou vznikat i „faktické rozdíly“ při výpočtu dle Huberovy metody. Z výzkumu vyplývá, že při použití Huberovy metody je třeba v širokém průměru počítat s chybami uvedenými v tabulce 5.

Tab. 5. Faktické rozdíly vznikající při výpočtu objemu dle Huberovy metody

Identifikace chyby	chyba (%)
Náhodná měřičská chyba	± 0,5
Chyba z nepravidelného obvodu příčného průřezu	± 1,0
Chyba z odchylky příčného průřezu kruhu	± 0,2
Chyba z rozdílné sbíhavosti kmene - střední část	± 1,0
Chyba z rozdílné sbíhavosti kmene - oddenek	-4,0
Chyba z rozdílné sbíhavosti kmene - horní část	+ 5,0

(Zdroj: Korf 1972, vlastní zpracování)

„Z toho vyplývá, že Huberova metoda má tendenci skutečný objem výřezů podhodnocovat v průměru o 1 až 1,5 %. Naopak při kubírování celého kmene je objem spíše nadhodnocován. Chybné stanovení tloušťky výřezu se v určení objemu odráží 4x silněji než jeho délky“ (Korf 1972).

Další možnou příčinou faktických rozdílů může být převod prostorových jednotek na objemové při měření dříví na hraních. Rozdíly vznikají také při hmotnostní přejímce dříví na skladech odběratelů díky průměrné objemové hmotnosti různých dřevin sloučených do jedné skupiny. Měrnou hustotu ovlivňují i takové faktory jako šířka letokruhů, podíl hniloby apod. V neposlední řadě je zdrojem faktických rozdílů lidský faktor způsobující chybná měření při prvotním příjmu dříví.

„Faktické ztráty lze považovat za průvodní projevy výrobního procesu. Pokud bude praktikován stávající způsob příjmu a evidence surového dříví, budou nutně vznikat ztráty. Tyto rozdíly jsou však převážně fiktivní a nemají charakter faktických ztrát“ (Simanov 2003).

4 Metodika

Metodika této bakalářské práce je vytvořena na základě konzultace s pracovníky Katedry lesnických technologií a staveb společně s mou osobou v navržené lokalitě.

4.1 Volba výrobních podmínek

Pro experimentální měření je vybrán kolový harvester Rottne H-20 nejvyšší výkonové třídy s těžební hlavici EGS-700 s úřezem 750 mm (příloha č.6). Harvester je vybaven řídicím a měřicím systémem Dasa 4 pracujícím v datovém standardu StanForD. Před započítáním práce bude provedena kontrola nastavení měřicího systému vybraného harvestoru pracovníky výše uvedené katedry a bude vyhodnoceno, zda je vybraný stroj vhodný pro experimentální měření.

Veškeré experimentálně měřené dříví, bude vyráběno v mýtních úmyslných těžbách realizovaných v zimních měsících mimo vegetační dobu. Tím se eliminuje možnost prokluzu měřicího kolečka po stržené kůře, což se často stává v době mízy. Na vybraném stroji bude po celou dobu pokusu pracovat pokud možno pouze jeden vybraný operátor s devítiletou praxí na uvedeném harvestoru a středoškolským vzděláním. Experimentální měření bude probíhat na lesním majetku města Kutné Hory se svolením jednatele firmy Městské lesy a rybníky Kutná Hora, správcem majetku. Je dohodnuto, že měření se uskuteční pouze na hlavní hospodářské dřevině, smrku.

4.2 Metodika manuálního měření dříví

Před zahájením měřicích prací bude nutné vytvořit systém návaznosti jednotlivých operací. Důvodem tohoto postupu je snaha o minimalizaci rizika záměny vyrobených sortimentů, aby byly manuálně měřeny ve stejném pořadí, jak byly vyrobeny a přijmuty elektronicky měřicím systémem harvestoru (příloha č.7). Dalším důležitým hlediskem je také dodržení zásad bezpečnosti práce. Jednotlivé sortimenty budou manuálně měřeny autorem bakalářské práce osobně za použití lesnické průměrky Kinex a patnáctimetrového svinovacího ocelového pásma. U každého jednoho sortimentu bude změřena středová tloušťka v kůře dvěma měřeními vedenými kolmo na sebe. Aritmetický průměr z těchto dvou měření bude

zaznamenán do předem připraveného manuálu (viz příloha č.1), tak aby kus nemohl být zaměněn za jiný. Prakticky bude měření probíhat postupně na sortimentech vyrobených harvestorem. Sortimenty budou ukládány vedle sebe dle pořadí výroby, tak, aby se daly dobře změřit a nedošlo k jejich záměně. Potom operátor přeruší práci a vytiskne z palubní tiskárny *.stm soubor k danému stromu. Následně bude provedeno ruční přeměření jednotlivých sortimentů. Celý rozsah měření bude rozdělen do několika dílčích částí, závislých na místních podmínkách (velikost manipulační plochy), počasí, časové dispozici obsluhy atd.

4.3 Metodika elektronického příjmu dříví harvestorem

Každý strom zpracovaný harvestorem pro účely tohoto měření bude ihned po zpracování zaznamenán a vytisknut z *.stm souboru (soubor jednotlivých kmenů) (viz příloha č. 2). V tomto souboru jsou zobrazena všechna stereometrická data každého sortimentu, podle kterých software, dle zadaného cenového typu vypočítá objem sortimentu, v pořadí jak byl vyroben. Každý sortiment je zde pojmenován dle nastavení v cenové matici, kde je zaznamenána celková a jmenovitá délka. Dále jsou v tomto souboru uloženy strojem naměřené tloušťky a vypočtený objem každého sortimentu v kůře a bez kůry. Objem je vypočítán dle zadaných cenových typů, v tomto případě **m3mimiDe** (příloha č.9). To znamená, že je objem vypočítán ze středových tloušťek a jmenovité délky sortimentu.

V následujícím bodě jsou spárovány výstupy ze stroje s ručním měřením zaznamenaném v manuálu, tak aby žádný kus nebyl zaměněn. Protože *.stm soubory nejsou systémem v tomto případě automaticky ukládány (ukládání jednotlivých kmenů není ve stroji přednastaveno), budou tyto výstupy identifikovány ručním číslováním podle shodného čísla v manuálu ručního měření a založeny pro pozdější počítačové zpracování.

4.4 Výpočty objemů zpracovaných sortimentů a sestavení databáze

Veškerá získaná data, jak z ručního měření, tak z *.stm souborů harvestoru budou přenesena a zpracována do databáze v programu Microsoft Office Excel. Vložení Huberova vzorce, upraveného odpočtem na kůru, budou vypočítány objemy všech analyzovaných výřezů. Ve sloupcích budou vedle sebe zaznamenány ke každému výřezu výpočty objemů vygenerované softwarem harvestoru. Vždy je uveden objem s kůrou a bez kůry. Objemy vypočítané dle zadaného Huberova vzorce ze střední tloušťky naměřené strojem a jmenovité délky výřezu, budou uvedeny také s kůrou a bez kůry a budou evidovány v posledních dvou sloupcích.

4.5 Stanovení rozdílu objemu výroby mezi jednotlivými metodikami výpočtu objemu dříví

Zjištěný rozdíl mezi objemem vypočítaným z manuálního měření a objemem z harvestoru bude porovnán v absolutní a relativních hodnotách. Dále bude rozdíl stanoven jak pro jednotlivé sortimenty, tak pro celý rozsah výroby. Matematicko-statistickou analýzou bude zjištěno zda je odchylka statisticky významná.

Bude vypracováno posouzení, zda výsledné rozdíly z celkového objemu výroby nepřesahují odchylky přípustné pro běžný provoz. Tato odchylka bude posouzena na hranici 2% rozdílu, kterou určuje interní směrnice LČR s.p. Zároveň bude také posouzena odchylka na hranici 5%, která je považována za standardní rozdíl v ČR a především ve skandinávských zemích.

5 Výsledky

5.1 Vybrané výrobní podmínky

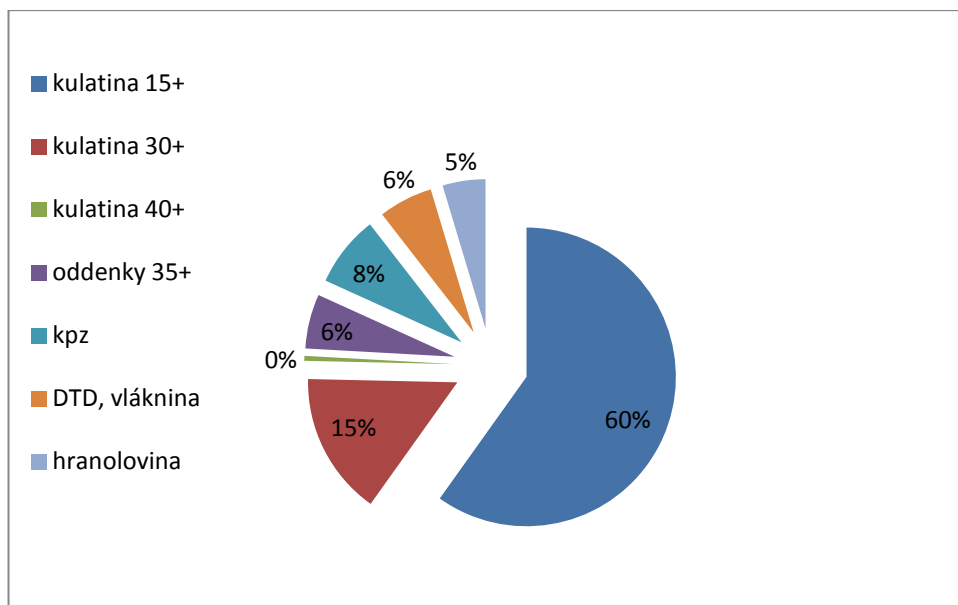
Pro získání dat potřebných pro bakalářskou práci byl vybrán harvestor Rottne H-20 nejvyšší výkonové třídy dané značky určený především pro mýtní těžby. Bližší popis vybraného stroje včetně nejdůležitějších technických dat je uveden v příloze 5. Stroj je v provozu u společnosti od roku 2007 a má odpracováno bezmála 20.000 motohodin. Je udržován v bezvadném technickém stavu, také díky tomu, že se za celou dobu provozu nezměnil hlavní operátor. O správné funkci řídicího a měřicího systému stroje svědčí i výsledky této práce.

Po celou dobu experimentálního měření pracoval harvestor na lesním majetku města Kutné Hory (LHC Městské lesy Kutná Hora o rozloze 2.377 ha). Měření bylo rozvrženo do několika časových úseků, tak aby výběr výrobních podmínek pokryl pokud možno co největší rozsah mýtních těžeb na uvedeném majetku v zimním období. Příloha 4 uvádí celkový objem těžeb Městských lesů Kutná Hora za rok 2016 včetně rozdělení dle dřevin a sortimentů. Měřeny byly pouze vzorníky dřeviny smrku ztepilého. Tato dřevina se podílí na celkovém objemu těžeb podniku 73 % a je hlavní hospodářskou dřevinou.

5.2 Celkový rozsah měření

Celkem bylo změřeno 1330 vzorníků vyrobených z 203 kmenů. Vytěžené dříví bylo vyduhováno do 7 sortimentů (kulatina 15+, kulatina 30+, kulatina 40+, oddenky 35+, KPZ, hranolovina a vlákna, DTD). Pro velký rozsah databáze uvádím v této kapitole jen analýzu vybraných sortimentů. Relativní podíl jednotlivých sortimentů na celkovém objemu výroby zobrazuje graf 1.

Celkový objem výroby zahrnutý do experimentálního měření činí dle výpočtu stroje 264,21 m³ b.k.. Průměrný objem středního kmene podle celkového objemu vypočteného harvestorem je 1,30 m³/kmen.



Graf 1: Podíl objemu sortimentů na celkovém objemu vytěženého dříví

5.3 Analýza rozdílů objemů podle jednotlivých sortimentů

5.3.1 Sortiment „kulatina 15+“

Sortiment nazvaný v databázi této práce „kulatina 15+“ je klasická kulatina III. jakostní třídy, která je v celkovém objemu výroby nejvíce zastoupena. Sortiment byl vyráběn výhradně o jmenovité délce 5 m a jeho minimální čep bez kůry je 15 cm. Maximální čep je odběratelem požadován 45 cm b.k. Tohoto sortimentu bylo během experimentálního měření vyrobeno dle výpočtu objemu harvestorem 158,17 m³ b.k. Naměřeno bylo celkem 600 vzorníků, jejichž matematické vyhodnocení uvádí tabulka 6.

Absolutní rozdíl mezi objemy bez kůry vypočtený z elektronického a manuálního měření činí u daného sortimentu 1,967 m³. Relativní rozdíl je 1,24 % a průměrný rozdíl v plnometrech činí 0,003 m³. Při výpočtu objemu s kůrou je absolutní hodnota rozdílu 2,11 m³, relativní rozdíl činí 1,23 % a průměrný rozdíl 0,004 m³.

Tab. 6. Objemy sortimentu „kulatina 15+“

Název sortimentu	Počet vzorníků	Objem b. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem b. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky	Objem s. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem s. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky
	(ks)	(m ³)			
kulatina 15+	600	158,170	160,137	171,811	173,915

U elektronického výpočtu objemu bez kůry činil průměrný objem sortimentu 0,264 m³, minimální objem byl 0,058 m³ a maximální objem byl 0,790 m³. U manuálního měření činil průměrný objem sortimentu 0,267 m³, minimální objem 0,057 m³ a maximální objem 0,842 m³ (tab. 7).

Tab. 7. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b k. pro sortiment „kulatina 15+“

Objemy bez kůry „kulatina 15+“	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ b.k)			
Elektronické měření	600	0,264	0,058	0,790	0,303
Ruční měření	600	0,267	0,057	0,842	0,207

U elektronického výpočtu objemu s kůrou je průměrný objem sortimentu 0,286 m³, minimální objem sortimentu 0,064 m³ a maximální objem 0,849 m³. Při výpočtu objemů s kůrou z manuálního měření činil průměrný objem vzorníku 0,290 m³, minimální 0,063 m³ a maximální 0,905 m³ (tab. 8).

Tab. 8. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro sortiment „kulatina 15+“

Objemy s kůrou „kulatina 15+“	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ s k.)			
Elektronické měření	600	0,286	0,064	0,849	0,328
Ruční měření	600	0,290	0,063	0,905	0,226

U tohoto sortimentu vykazuje relativní rozdíl objemů bez kůry nejvyšší hodnotu ze všech sledovaných sortimentů. Tuto skutečnost přisuzují jednak nejvyššímu počtu vzorníků, ale také největšímu rozsahu středových tloušťek. Přesto tento relativní rozdíl nepřekračuje hranici 2 %.

5.3.2 Sortiment „kulatina 30+“

Tento sortiment tvoří vybrané výřezy kulatiny III. jakostní třídy splňující minimální čep bez kůry 30 cm. Pro potřeby bakalářské práce bylo změřeno 88 vzorníků. Tohoto sortimentu bylo vyrobeno dle výpočtu objemu harvestorem 40,913 m³ b.k. Matematické vyhodnocení uvádí tabulka 9.

Absolutní rozdíl mezi objemy bez kůry vypočtený z elektronického a manuálního měření činí u daného sortimentu 0,301 m³. Relativní rozdíl je 0,74 % a průměrný rozdíl v plnometrech činí 0,003 m³. Při výpočtu objemu s kůrou je absolutní rozdíl 0,321 m³, relativní rozdíl činí 0,73 % a průměrný rozdíl 0,004 m³.

Tab. 9. Objemy sortimentu „kulatina 30+“

Název sortimentu	Počet vzorníků	Objem b. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem b. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky	Objem s. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem s. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky
	(ks)	(m ³)			
kulatina 30+	88	40,913	41,214	44,138	44,459

U elektronického výpočtu objemu tohoto sortimentu bez kůry činil průměrný objem 0,465 m³, minimální objem byl 0,359 m³ a maximální objem byl 0,730 m³. U manuálního měření činil průměrný objem sortimentu 0,468 m³, minimální objem 0,349 m³ a maximální objem 0,740 m³ (tab. 10).

Tab. 10. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b k. pro sortiment „kulatina 30+“

Objemy bez kůry „kulatina 30+“	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ b.k)			
Elektronické měření	88	0,465	0,359	0,730	0,408
Ruční měření	88	0,468	0,349	0,740	0,396

U elektronického výpočtu objemu s kůrou je průměrný objem sortimentu 0,502 m³, minimální objem sortimentu 0,387 m³ a maximální objem 0,785 m³. Při výpočtu objemů s kůrou z manuálního měření činil průměrný objem vzorníku 0,505 m³, minimální 0,377 m³ a maximální 0,795 m³ (tab. 11).

Tab. 11. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro sortiment „kulatina 30+“

Objemy s kůrou „kulatina 30+“	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ s k.)			
Elektronické měření	88	0,502	0,387	0,785	0,435
Ruční měření	88	0,505	0,377	0,795	0,428

U tohoto sortimentu vzhledem k vyrovnanosti dimenzí výřezů byly hodnoty rozdílů velmi nízké, téměř zanedbatelné.

5.3.3 Sortiment „KPZ“

Jedná se o oddenkové výřezy o jmenovité délce 2,5 m s některou z kvalitativních vad, nejčastěji hnilobou, která nedovoluje zařídění do kulatiny III. jakostní třídy. Případně se jedná o druhé kusy silnějších dimenzí. Tento sortiment je společností vyráběn pro odběratele, který vlastní pásovou pilu a zpracovává oddenkové dříví se zhoršenou kvalitou.

Pro experimentální měření bylo vyrobeno 88 vzorníků o celkovém objemu 20,389 m³ b.k. dle výpočtu z elektronického měření. Matematické vyhodnocení uvádí tabulka 12.

Absolutní rozdíl mezi objemy bez kůry vypočtený z elektronického a manuálního měření činí u daného sortimentu 0,239 m³. Relativní rozdíl je 1,17 % a průměrný rozdíl v plnometrech činí 0,003 m³. Při výpočtu objemu s kůrou je absolutní hodnota rozdílu 0,255 m³, relativní rozdíl činí 1,16 % a průměrný rozdíl 0,003 m³.

Tab. 12 Objemy sortimentu „KPZ“

Název sortimentu	Počet vzorníků	Objem b. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem b. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky	Objem s. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem s. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky
	(ks)	(m ³)			
KPZ	88	20,389	20,628	22,003	22,258

U elektronického výpočtu objemu bez kůry činil průměrný objem sortimentu 0,232 m³, minimální objem byl 0,081 m³ a maximální objem byl 0,480 m³. U manuálního měření činil průměrný objem sortimentu 0,234 m³, minimální objem 0,079 m³ a maximální objem 0,495 m³ (tab. 13).

Tab. 13. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b k. pro sortiment „KPZ“

Objemy bez kůry „KPZ“	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ b.k)			
Elektronické měření	88	0,232	0,081	0,480	0,166
Ruční měření	88	0,234	0,079	0,495	0,263

U elektronického výpočtu objemu s kůrou je hodnota průměrného objemu sortimentu 0,250 m³, minimálního objemu sortimentu 0,089 m³ a maximálního objemu 0,515 m³. Při výpočtu objemů s kůrou z manuálního měření činil průměrný objem vzorníku 0,253 m³, minimálního 0,087 m³ a maximálního 0,531 m³ (tab. 14).

Tab. 14. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro sortiment „KPZ“

Objemy s kůrou „KPZ“	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ s k.)			
Elektronické měření	88	0,250	0,089	0,515	0,180
Ruční měření	88	0,253	0,087	0,531	0,284

Také u tohoto sortimentu nepřesahují rozdíly objemů hodnotu 2 %.

5.3.4 Sortiment „DTD, vlákna“

Jedná se o sortiment, do kterého je zařazena veškerá dřevní surovina V. jakostní třídy „dříví pro výrobu buničiny a desek na bázi dřeva“. Kritériem pro výrobu je pouze jmenovitá délka 2,5 m a minimální čep 5 cm b.k. Třídění probíhá až po soustředění dříví na odvozní místo, kde operátor vyvážecího traktoru vytřídí na zvláštní skládku dříví s čepem silnějším než 15 cm určené pro zpracování na vlastní pile společnosti. Ostatní dříví je obchodováno jako vlákna, jen kusy s nadměrným podílem měkké hniloby jsou přeřazeny do paliva.

Pro potřeby analýzy bylo naměřeno v tomto sortimentu celkem 202 vzorníků jejichž matematické vyhodnocení je uvedeno v tabulce 15. Absolutní rozdíl mezi objemy bez kůry vypočtený z elektronického a manuálního měření činí u daného sortimentu 0,105 m³. Relativní rozdíl činí 0,70 %. Při výpočtu objemu s kůrou je absolutní hodnota rozdílu 0,113 m³ a relativní také 0,70 %.

Tab. 15 Objemy sortimentu „DTD, vlákna“

Název sortimentu	Počet vzorníků	Objem b. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem b. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky	Objem s. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem s. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky
	(ks)	(m ³)			
DTD, vlákna	202	15,156	15,261	16,576	16,689

U elektronického výpočtu objemu bez kůry činil průměrný objem sortimentu 0,075 m³, minimální objem byl 0,007 m³ a maximální objem byl 0,599 m³. U manuálního měření činil průměrný objem sortimentu 0,076 m³, minimální objem 0,008 m³ a maximální objem 0,595 m³ (tab. 16).

Tab. 16. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b k. pro sortiment „DTD, vlákna“

Objemy bez kůry „DTD, vlákna“	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ b.k)			
Elektronické měření	202	0,075	0,007	0,599	0,024
Ruční měření	202	0,076	0,008	0,595	0,025

U elektronického výpočtu objemu s kůrou je hodnota průměrného objemu sortimentu 0,082 m³, minimálního objemu sortimentu 0,009 m³ a maximálního objemu 0,642 m³. Při výpočtu objemů s kůrou z manuálního měření činil průměrný objem vzorníku 0,083 m³, minimální 0,010 m³ a maximální 0,638 m³ (tab. 17).

Tab. 17. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro sortiment „DTD, vlákna“

Objemy s kůrou „DTD, vlákna“	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ s k.)			
Elektronické měření	202	0,082	0,009	0,642	0,027
Ruční měření	202	0,083	0,010	0,638	0,028

Relativní rozdíly objemů v tomto sortimentu vykazují velmi nízké hodnoty i přes to, že se jedná o poměrně velký počet vzorníků.

5.3.5 Sortiment „oddenek 35+“

Do tohoto sortimentu jsou zařídovány pouze vybrané oddenkové výřezy přesahující čepovou tloušťku 35 cm b.k. a splňující kvalitativní kritéria odběratele. I když se jedná stále ještě o kulatinu III. jakostní třídy, je zpracovatelem využívána k výrobě truhlářského řeziva a tomu odpovídá i vyšší výkupní cena.

Absolutní rozdíl mezi objemy bez kůry vypočtený z elektronického a manuálního měření činí u daného sortimentu 0,077 m³. Relativní rozdíl je 0,49 % a průměrný rozdíl v plnometrech činí 0,002 m³. Při výpočtu objemu s kůrou je absolutní hodnota rozdílu 0,081 m³, relativní rozdíl činí 0,48 % a průměrný rozdíl 0,003 m³. Matematické vyhodnocení uvádí tabulka 18.

Tab. 18 Objemy sortimentu „oddenek 35+“

Název sortimentu	Počet vzorníků	Objem b. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem b. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky	Objem s. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem s. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky
	(ks)	(m ³)			
oddenek 35+	31	15,577	15,654	16,763	16,844

U elektronického výpočtu objemu tohoto sortimentu bez kůry činil průměrný objem 0,502 m³, minimální objem byl 0,388 m³ a maximální objemu byl 0,770 m³. U manuálního měření činil průměrný objem sortimentu 0,505 m³, minimální objem 0,378 m³ a maximální objem 0,761 m³ (tab. 19).

Tab. 19. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b k. pro sortiment „oddenek 35+“

Objemy bez kůry „oddenek 35+“	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ b.k)			
Elektronické měření	31	0,502	0,388	0,770	0,412
Ruční měření	31	0,505	0,378	0,761	0,421

U elektronického výpočtu objemu s kůrou je průměrný objem sortimentu 0,541 m³, minimální objem sortimentu 0,419 m³ a maximální objem 0,827 m³. Při výpočtu objemů s kůrou z manuálního měření činil průměrný objem vzorníku 0,543 m³, minimální 0,407 m³ a maximální 0,817 m³ (tab. 20).

Tab. 20. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro sortiment „oddenek 35+“

Objemy s kůrou „oddenek 35+“	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ s k.)			
Elektronické měření	31	0,541	0,419	0,827	0,444
Ruční měření	31	0,543	0,407	0,817	0,454

U tohoto sortimentu vykazuje relativní rozdíl objemů bez kůry i s kůrou nejnižší hodnoty ze všech sortimentů 0,48 % respektive 0,49 %. Tato skutečnost zřejmě souvisí s téměř pravidelným morfologickým tvarem měřených vzorníků, blížícím se skutečnému válci.

5.3.6 Sortiment „hranolovina“

Pro potřeby analýzy bylo naměřeno v sortimentu nazvaném „hranolovina“ celkem 316 vzorníků, jejichž matematické vyhodnocení je uvedeno v tab. 21. Tento sortiment byl zařazen do výrobního programu poměrně nedávno na přání dlouholetého odběratele pro jeho speciální zakázku. Jedná se vlastně o výběr z agregátní kulatiny o jmenovité délce 2 m. Rozmezí tlouštěk čepu s kůrou je od 12 do 20 cm. Absolutní rozdíl mezi objemy bez kůry vypočtený z elektronického a manuálního měření činí u daného sortimentu 0,145 m³. Relativní rozdíl pak je 1,18 % a průměrný rozdíl v plnometrech činí 0,0005 m³. Při výpočtu objemu s kůrou je absolutní hodnota rozdílu 0,156 m³, relativní rozdíl činí 1,14 % a průměrný rozdíl je 0,0005 m³.

Tab. 21. Objemy sortimentu „hranolovina“

Název sortimentu	Počet vzorníků	Objem b. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem b. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky	Objem s. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem s. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky
	(ks)	(m ³)			
Hranolovina	316	12,269	12,413	13,628	13,783

U elektronického výpočtu objemu bez kůry činil průměrný objem 0,039 m³, minimální objem sortimentu byl 0,021 m³ a maximální 0,082 m³. U manuálního měření činil průměrný objem 0,039 m³, minimální objem sortimentu 0,020 m³ a maximální objem 0,083 m³ (tab. 22).

Tab. 22. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b.k. pro sortiment „hranolovina“

Objemy bez kůry „hranolovina“	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ b.k)			
Elektronické měření	316	0,039	0,021	0,082	0,0307
Ruční měření	316	0,039	0,020	0,083	0,0316

U elektronického výpočtu objemu s kůrou je průměrná hodnota objemu sortimentu 0,431 m³, hodnota minimálního objemu sortimentu 0,024 m³ a hodnota maximálního objemu 0,090 m³. Při výpočtu objemů s kůrou z manuálního měření činil průměrný objem vzorníku 0,436 m³, objem minimálního vzorníku 0,023 m³ a objem maximálního vzorníku 0,091 m³ (tab. 23).

Tab. 23. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro sortiment „hranolovina“

Objemy s kůrou „hranolovina“	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ s k.)			
Elektronické měření	316	0,043	0,024	0,090	0,034
Ruční měření	316	0,044	0,023	0,091	0,035

Relativní objemy vykazují malý rozdíl objemu bez kůry, který lze považovat za přijatelný pro respektování výstupu elektronického měření při výrobě tímto harvestorem.

5.3.7 Celkový objem výroby pro experimentální měření

Celkově bylo pro tuto práci změřeno 1330 vzorníků všech sortimentů vyrobených z 203 stromů. Absolutní rozdíl mezi objemy bez kůry vypočtenými z elektronického a manuálního měření činí 2,812 m³ ve prospěch ručního měření. Relativní rozdíl nabývá hodnoty 1,06 % ve výpočtu objemů bez kůry (tab. 24).

Tab. 24. Objemy všech sortimentů

Celkový objem výroby	Počet vzorníků	Objem b. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem b. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky	Objem s. k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	Objem s. k. dle Hubera dle ručně měřené tloušťky
	(ks)	(m ³)			
	1330	264,211	267,023	286,790	289,797

Tabulky 25 a 26 vykazují hodnoty matematické analýzy objemů vypočtených bez kůry a s kůrou z celkového rozsahu experimentálně měřeného dříví.

Tab. 25. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b k. pro všechny sortimenty

Celkový objem výroby bez kůry	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ b.k)			
Elektronické měření	1330	0,199	0,007	0,790	0,303
Ruční měření	1330	0,200	0,008	0,842	0,032

Tab. 26. Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro všechny sortimenty

Celkový objem výroby s kůrou	Počet měření	Průměrný objem	Minimální objem	Maximální objem	Modus
	(ks)	(m ³ s k.)			
Elektronické měření	1330	0,216	0,009	0,849	0,328
Ruční měření	1330	0,218	0,010	0,905	0,035

V celkové databázi je také obsažen sortiment nazvaný „kulatina 40+“. Tento sortiment je zadáván do výroby s kritérii kulatiny II. jakostní třídy. Během experimentálního měření pro bakalářskou práci byly vyrobeny pouhé dva výřezy splňující tato kritéria o celkovém objemu 1,406 m³ b.k. Z tohoto důvodu nebyla matematická analýza jmenovaného sortimentu provedena.

5.3.8 Dvouvýběrový *t*-test mezi průměrným objemem sortimentů měřeným dvěma metodikami

S ohledem na evidenci objemu dříví v kůře bylo analyzováno, zda je statisticky významný rozdíl mezi objemy vypočítanými rozdílnými metodikami resp. zda je rozdíl mezi objemy převzatými z rozdílných zdrojů (*.stm soubory vs. manuální výpočet dle Huberova vzorce). K analýze byl použit párový *t*-test, neboť jsou porovnávána data pocházející ze subjektu (sortimentu), který byl podroben dvěma měřeními (elektronickému a manuálnímu) s následným výpočtem objemu.

Analýza byla prováděna pro soubor dat jako celek – ne pro jednotlivé sortimenty, neboť to do výrobní evidence není nutné. V tabulce 27 je vyčíslen průměrný objem sortimentu ze všech 1331 vzorníků z harvestoru na 0,199 m³ a z manuálního měření a výpočtem dle Huberova vzorce na 0,201 m³.

Výsledek *t*-testu činí $p = 1,46771 \cdot 10^{-13}$. Protože tato hodnota menší než 0,05 a dokonce menší než 0,01, znamená to, že mezi průměrem objemu dříví z elektronického a manuálního příjmu byl zjištěn statisticky vysoce významný rozdíl, byť objemový rozdíl mezi sortimenty činí pouze 0,002 m³. Způsob měření má tedy ze statistického hlediska vliv na naměřené hodnoty a následně vypočítaný objem dříví.

Tab. 27. Dvouvýběrový *t*-test mezi průměrným objemem sortimentů měřeným dvěma metodikami

Proměnná	Průměrný objem sortimentu	Směrodatná odchylka	Počet měření	t	sv	p
	(m ³)	(m ³)	(ks)			
Elektronické měření	0,199	0,163				
Manuální měření	0,201	0,164	1331	-7,372	1330	1,468.10 ⁻¹³

Přestože je zde statisticky významný rozdíl, tak lze považovat provozní odchylku na vyrobeném dříví mezi oběma metodikami měření dříví a výpočtu objemu za přijatelnou.

6 Diskuze a závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo zjišťování přesnosti měření stereometrických veličin vyrobeného dříví vybraným harvestorem. Komparací mezi objemy vypočtenými z elektronického a manuálního měření byly zjišťovány rozdíly objemů jednotlivých vzorníků, sortimentů. Pro výpočet objemu vyrobeného a experimentálně změřeného dříví byl použit Huberův vzorec. Pro záznam ručně naměřených veličin byl autorem vytvořen manuál. Do tohoto manuálu bylo přímo v terénu zaznamenáno každé jednotlivé měření. Veličiny změřené strojem byly zaznamenány a vytištěny v *.stm souboru a podle číselné identifikace spárovány do databáze s manuálně naměřenými veličinami. Tato databáze obsahuje všech 1330 naměřených vzorníků o celkovém objemu 264,2110 m³ bez kůry, seřazených podle pořadí výroby. Z důvodu velkého množství dat uvádím jen ukázkou z této databáze v příloze 3. V databázi jsou zanesena i veškerá další data evidovaná v *.stm souboru vygenerovaném harvestorem a vytištěné palubní tiskárnou okamžitě po ukončení výroby jednotlivého kmene. K tomuto ručnímu přenosu dat do databáze muselo být přistoupeno po zjištění, že ve vybraném harvestoru není nastaveno trvalé ukládání *.stm souboru. Veškerá evidovaná data jsou tak k dispozici k dalšímu eventuálnímu výzkumnému využití. Je evidentní, že tato problematika je častým středem pozornosti odborníků zabývajících se harvestorovými technologiemi a hlavně výrobně- evidenčními výstupy z harvestorů.

Výsledky bakalářské práce udávají, že relativní rozdíl mezi objemy vypočtenými z elektronicky a manuálně měřenými veličinami činí v celkovém objemu výroby 1,06 %. V absolutních hodnotách vyšel celkový objem dříví měřeného harvestorem o 2,812 m³ menší než objem vypočtený z manuálního měření. Z těchto výsledků vyplývá, že vybraný harvestor splňuje standardně akceptovaný rozdíl 5 %, ale i poměrně přísná kritéria Lesů ČR, s.p. kde je stanovena v jejich interní směrnici hranice tolerance 2 %. Zjištěné hodnoty tedy naznačují, že pokud se provádí pravidelná kontrola měřících systémů včetně kontrolních měření odpovědnými pracovníky, lze i u starších strojů zaručit velice přesné měření vyrobeného dříví. Je však třeba vzít v potaz, že experimentální měření pro účely této práce bylo prováděno pouze v mýtních těžbách s poměrně stejnými morfologickými tvary zpracovávaných kmenů, kde naprostá většina vzorníků spadá do silnějších dimenzí kulatiny III. jakostní třídy jedné dřeviny (smrk ztepilý). Dalším faktorem podporující

minimální rozdíly měření je zkušený operátor harvestoru, který se dobře orientuje v problematice nastavování výrobně-evidenčního softwaru a má zkušenosti s prováděním kalibrace na tomto stroji. Mimo to je u obou harvestorů provozovaných v režii Městských lesů a rybníků Kutná Hora prováděno časté kontrolní měření vedoucím střediska a servisními techniky firmy Reparoservis spol. s r.o. s ohledem na značné opotřebení těžební hlavice a hlavně pohyblivých odvětvovacích nožů, zajišťujících měření tloušťek.

Poněkud jiné výsledky uvádějí autoři (Dvořák, Chytrý 2017) ve své periodické zprávě projektu QJ 1520005 „Optimalizace sortimentace a druhotání dříví zpracovávaného harvestorovou technologií a návrh postupů pro kontrolu přesnosti měření objemu výroby pro posílení produkční funkce lesa a zachování stability porostů vůči škodlivým činitelům“. V tomto projektu je mimo jiné prováděno porovnání jednotlivých objemů výpočtem dle sekčního měření a jako vstupní veličiny jsou využívány údaje zaznamenané v *.stm souboru a manuálně měřené z kontrolního měření. První dílčí analýzy týkající se rozdílů vzniklých v případě měření dříví harvestorem a měření zásoby (objemu) nastojato vykazují relativní rozdíl u smrku 5,42 %.

Ve své disertační práci nazvané „Metodika pro kalibraci těžebních strojů a analýza výstupů dat dle StanForD“ uvádí autor (Kabeš 2015) rozdíl v porovnání mezi ručním a elektronickým měřením v hodnotách 5,0 – 6,0 %. V této práci byla při ručním porovnávacím měření zjišťována čepová tloušťka v kůře a následně pak byla hodnota kůry odpočítána dle parametru tloušťky kůry uvedeného v Doporučených pravidlech pro měření a třídění dříví v České republice 2008 (Wojnar et al. 2007).

V případové studii „Měření objemu kulatiny harvestorem a měřícím rámem“ provedli autoři (Rusnáková, Dvořák 2007) porovnání objemu kulatiny smrku a borovice vytěžené a změřené harvestorem s následnými elektronickými přejímkami měřícím rámem Kesat. Rozdíl mezi elektronickým výpočtem objemu řídicím a měřícím systémem Dasa4, kterým byl sledovaný harvestor vybaven a objemem stanoveným měřícím rámem Kesat na pile odběratele, uvádějí autoři v hodnotě 1,6 %.

Pro provozní praxi tak lze z výše uvedeného usuzovat, že pokud je zajištěno a pravidelně kontrolováno správné nastavení měřících systémů harvestorů, jsou

výrobně-evidenční data z těchto strojů velice přesná a pravdivá. Výpočty objemu vyrobeného dříví na základě elektronického měření jednotlivých sortimentů při pni tak představují v současnosti ten nejrychlejší a nejpřesnější způsob prvotního příjmu vyrobeného dříví.

7 Seznam literatury a použitých zdrojů

ČERNÝ, M.; PAŘEZ, J. *Tabulky a polynomy pro výpočet objemu kulatiny bez kůry*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 2002. 25s. ISBN 80-86386-26-0.

ČSN 48 0007. *Tabulky objemu kulatiny podle středové tloušťky*. Praha: Český normalizační institut, 1958. 140 s.

ČSN 48 0008. *Tabulky objemu výřezů podle čepové tloušťky*. Praha: Český normalizační institut, 1958. 22 s.

DASA CONTROL SYSTEMS AB. *Manual AUI verzion 1,8*. Reparoservis spol. s r.o. 2006. 302 s .

DVOŘÁK, J.; NATOV, P.; HRIB, M.; NATOVOVÁ, L.; HOŠKOVÁ, P.; BYSTRICKÝ, R.; KOVÁČ, J.; KRILEK, J.; LIESKOVSKÝ, M. *Využití harvesterových technologií v hospodářských lesích = The use of harvester technology in production forests*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 2012. 156 s. ISBN 978-80-7458-028-4.

DVOŘÁK, J.; CHYTRÝ, M. *Optimalizace sortimentace a druhování dříví zpracovávaného harvesterovou technologií a návrh postupů pro kontrolu přesnosti měření objemu výroby pro posílení produkční funkce lesa a zachování stability porostů vůči škodlivým činitelům (Periodická zpráva projektu)*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2017. 68 s.

DVOŘÁK, J.; NATOV, P. *Aktuální a strategické možnosti trvale udržitelného poskytování funkcí lesa a služeb polyfunkčního lesního hospodářství veřejnosti z hlediska sociálně-ekonomického, politického a právního v České republice*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2016. 22 s.

JANÁK, K.; ONDRÁČEK, K. *Elektronická přejímka dříví*. 1. vydání Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. 85 s. ISBN 80-7157-942-4.

KABEŠ, A. *Metodika pro kalibraci těžebních strojů a analýza výstupů dat dle StandForD*. Dizertační práce. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, 2015. 142 s.

KOLÁŘ, L. *Hromadná laserová přejímka dříví, štěpky a biomasy*. [online]. Poslední aktualizace: březen 2011. Dostupné z <http://lesprace.silvarium.cz/content/view/2427/>

KORF, V. *Dendrometrie*. 1 vydání Praha: SZN, 1972. 371 s.

LASÁK, O.; NĚMEC, K. Víceoperační těžebně-dopravní stroje (TDS) v ČR. *Lesnická práce*. 1996, vol. 75, no 11, s. 402-403.

LASÁK, O.; NĚMEC, K. Víceoperační těžebně-dopravní stroje (TDS) v ČR. *Lesnická práce*, 1996, vol. 75, no 12, s. 447-449.

MACKŮ, J.; GAŠPARÍK, M. Harvestorová technologie – moderní a k přírodě šetrný těžebně dopravní systém. *Agrojournal*. 2015, vol. 2, no. 4.

MALÍK, V.; DVOŘÁK, J. *Harvestorové technologie a vliv na lesní porosty = Harvester technologies and impact on forest stands*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 2007. 84 s. ISBN 978-80-86386-92-8.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2015*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2016. 134 s. ISBN 978-80-7434-324-7.

MONDI ŠTĚTÍ a.s. *Technické podmínky k dodávce dříví a směrnice pro příjem dříví platné od 1. 4. 2014*. Štětí: Mondi Štětí a.s., 2014. 13 s.

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

Reparoservis spol.s.r.o. *Propagační materiály a technické specifikace strojů*. [online]. Praha: Reparoservis spol.s.r.o., 2012. Dostupné z www.lesni-technika.cz

RUSNÁKOVÁ, P.; DVOŘÁK, J. Měření objemu kulatiny harvestorem a měřicím rámem. *Lesnická práce*. 2007, vol. 86, no 10, s. 462-465.

SILVI A. *Výrobně-evidenční software*. 2017.

SIMANOV, V. Rozdíly v evidovaném objemu dříví. *Lesnická práce*. 2003. vol. 82, no 2, s. 88-90.

ŠMELKO, Š. *Dendrometria*. 1 vydání Zvolen: LFTU Zvolen, 2000. 399 s. ISBN 80-2280-962-4.

ULRICH, R.; SCHLAGHAMERSKÝ, A.; ŠTOREK, V. *Použití harvestorové technologie v probírkách*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. 98 s. ISBN 80-7157-631-X.

ULRICH, R.; NERUDA, J.; ZEMAN, V. sen.; ZEMAN, V. jun.; ZEMÁNEK, T. *Harvestorové technologie a jejich optimální využití v praxi*. 1. vydání. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. 87 s. ISBN 80-7375-012-0.

ÚHÚL. *Užívání k přírodě šetrných technologií při hospodaření v lesích: Pracovní metodika pro privátní poradce v lese*. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2007. 35 s.

VACA, D. Váhová přejímka dřeva. *Lesnická práce*. 1999. vol. 78, no 10.

WOJNAR, T. a kol. *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice*. 2. aktualizované vydání. Praha: Lesnická práce, s.r.o., 2007. 147 s. ISBN 978-80-87154-01-4.

Seznam grafů a tabulek

Graf 1: Podíl objemu sortimentů na celkovém objemu vytěženého dříví

Tabulka 1: Počty harvestorů v ČR v roce 2015.

Tabulka 2: Zastoupení těžebních technologií.

Tabulka 3: Převodní koeficienty

Tabulka 4: Chyba vznikající při zaokrouhlování tloušťek

Tabulka 5: Faktické rozdíly vznikající při výpočtu objemu dle Huberovy metody

Tabulka 6: Objemy sortimentu „kulatina 15+“.

Tabulka 7: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b. k. pro sortiment „kulatina 15+“.

Tabulka 8: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro sortiment „kulatina 15+“

Tabulka 9: Objemy sortimentu „kulatina 30+“

Tabulka 10: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b. k. sortiment „kulatina 30+“.

Tabulka 11: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro sortiment „kulatina 30+“.

Tabulka 12: Objemy sortimentu „KPZ“

Tabulka 13: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b. k. pro sortiment „KPZ“.

Tabulka 14: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro sortiment „KPZ“.

Tabulka 15: Objemy sortimentu „DTD, vláknina“.

Tabulka 16: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b. k. pro sortiment „DTD, vláknina“.

Tabulka 17: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro sortiment „DTD, vláknina“.

Tabulka 18: Objemy sortimentu „oddenek 35+“

Tabulka 19: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b. k. pro sortiment „oddenek 35+“

Tabulka 20: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro sortiment „oddenek 35+“.

Tabulka 21: Objemy sortimentu „hranolovina“.

Tabulka 22: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b. k. pro sortiment „hranolovina“.

Tabulka 23: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro sortiment „hranolovina“.

Tabulka 24: Objem všech sortimentů.

Tabulka 25: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů b. k. pro všechny sortimenty.

Tabulka 26: Vybrané hodnoty ze statistického souboru objemů s k. pro všechny sortimenty.

Tabulka 27: Dvouvýběrový t -test mezi průměrným objemem sortimentů měřeným dvěma metodikami.

Seznam příloh

Příloha 1: Manuál pro ruční měření.

Příloha 2: Výstup z počítače harvestoru *.stm soubor.

Příloha 3: Databáze vzorníků.

Příloha 4: Základní údaje o LHC „Městské lesy Kutná Hora“.

Příloha 5: Vybraný harvestor ROTTNE H – 20.

Příloha 6: Těžební hlavice vybraného harvestoru.

Příloha 7: Uložení vzorníků pro ruční měření.

Příloha 8: Displej palubního počítače harvestoru.

Příloha 9: Displej – cenové typy.

Příloha 10: Výstup z počítače harvestoru *.prd soubor.

8 Přílohy

Příloha 1: Manuál pro ruční měření

MANUÁL PRO RUČNÍ MĚŘENÍ

Čslo kmene	sortiment dle pořadí výroby	jmenovitá délka	středová tloušťka s.k.
		(m)	(cm)
①	1	2,5	30
	2	2,5	29
	3	5,0	26
	4	5,0	24
	5	2,0	18
	6	2,0	17
	7	2,0	14
	8	2,5	10
②	1	2,5	36
	2	5,0	33
	3	5,0	29
	4	5,0	25
	5	5,0	20
	6	2,0	14

Příloha 2: Výstup z počítače harvestoru *.stm soubor

0.1 Seznam rezání 2016-11-17 09:12:58
 Drevina: SMRK

Délka	Prum. s kurou	Prum. bez kury	Stupen	Matrice	Objem	Zesílený rez	Střední prům
251	309	293	2	DTD,VL	1767	0	300
251	299	284	2	DTD,VL	1539	0	286
513	268	254	1	KUL15+	2654	0	267
514	216	204	1	KUL15+	2077	0	230
206	188	176	1	Hranolo	508	0	184
207	166	155	1	Hranolo	402	0	160
207	134	124	1	Hranolo	307	0	142
252	98	90	1	DTD,VL	196	0	106

Seznam rezání 2016-11-17 09:19:55
 Drevina: SMRK
 Soubor kmene default.stm

Délka	Prum. s kurou	Prum. bez kury	Stupen	Matrice	Trída délky	Trída prumeru	Objem	Zesílen
1 251	309	293	2	DTD,VL	250	50	2052	
2 251	299	284	2	DTD,VL	250	50	1805	
3 513	268	254	1	KUL15+	500	150	3201	
4 514	216	204	1	KUL15+	500	150	2429	
5 206	188	176	1	Hranolo	200	120	640	
6 207	166	155	1	Hranolo	200	120	491	
7 207	134	124	1	Hranolo	200	120	377	
8 252	98	90	1	DTD,VL	250	50	279	
= 2401							11274	

0.2 Seznam rezání 2016-11-17 09:37:54
 Drevina: SMRK

Délka	Prum. s kurou	Prum. bez kury	Stupen	Matrice	Objem	Zesílený rez	Střední prům
253	363	346	3	KPZ	2405	0	356
514	333	317	1	KUL 30+	4276	0	330
514	293	278	1	KUL15+	3302	0	293
514	246	233	1	KUL15+	2454	0	251
514	170	159	1	KUL15+	1570	0	200
206	139	129	1	Hranolo	307	0	142

Seznam rezání 2016-11-17 09:38:32
 Drevina: SMRK
 Soubor kmene default.stm

Délka	Prum. s kurou	Prum. bez kury	Stupen	Matrice	Trída délky	Trída prumeru	Objem	Zesílen
1 253	363	346	3	KPZ	250	200	2902	
2 514	333	317	1	KUL 30+	500	300	4820	
3 514	293	278	1	KUL15+	500	150	3873	
4 514	246	233	1	KUL15+	500	150	2902	
5 514	170	159	1	KUL15+	500	150	1793	
6 206	139	129	1	Hranolo	200	120	372	
= 2515							16662	

Příloha 3: Databáze vzorníků

ID stromu	dřevina	sortiment	prům.tl. čepu s.k. Stroj	prům.tl. střední s.k. stroj	průměr střední s.k. ručně	celková délka	jmenovitá délka	objem s.k. stroj	objem b.k. stroj	objem s.k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	objem b.k. dle Hubera dle stř. tloušťky ze stroje	objem s.k. dle Hubera dle ručně měřené tl.	objem b.k. dle Hubera dle ručně měřené tl.
	smrk		(cm)	(cm)	(cm)	(m)	(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
1.		DTD	30,9	30	30	2,51	2,5	0,2052	0,1767	0,1767	0,1631	0,1767	0,1631
		DTD	29,9	28,6	29	2,51	2,5	0,1805	0,1539	0,1606	0,1481	0,1651	0,1523
		KUL 15+	26,8	26,7	26	5,13	5	0,3201	0,2654	0,2800	0,2575	0,2655	0,2440
		KUL 15+	21,6	23	24	5,14	5	0,2429	0,2077	0,2077	0,1901	0,2262	0,2073
		Hranolo	18,8	18,4	18	2,06	2	0,064	0,0508	0,0532	0,0481	0,0509	0,0460
		Hranolo	16,6	16	17	2,07	2	0,0491	0,0402	0,0402	0,0361	0,0454	0,0409
		Hranolo	13,4	14,2	14	2,07	2	0,0377	0,0307	0,0317	0,0282	0,0308	0,0274
2.		DTD	9,8	10,8	10	2,52	2,5	0,0279	0,0196	0,0229	0,0199	0,0196	0,0169
		KPZ	36,3	35,6	36	2,53	2,5	0,2902	0,2405	0,2488	0,2306	0,2545	0,2359
		KUL30+	33,3	33	33	5,14	5	0,482	0,4276	0,4276	0,3957	0,4276	0,3957
		KUL15+	29,3	29,3	29	5,14	5	0,3873	0,3302	0,3371	0,3110	0,3303	0,3046
		KUL15+	24,6	25,1	25	5,14	5	0,2902	0,2454	0,2474	0,2271	0,2454	0,2253
		KUL15+	17	20	20	5,14	5	0,1793	0,157	0,1571	0,1428	0,1571	0,1428
		Hranolo	13,9	14,2	14	2,06	2	0,0372	0,0307	0,0317	0,0282	0,0308	0,0274

Příloha 4: Základní údaje o LHC „Městské lesy Kutná Hora“

Celkový objem těžeb za rok 2016

Dřevina	Sortimenty					Celkem
	sur. kmeny	kulatina III.jak. tř.	dřevovina IV. jak. tř.	vláknina V. jak. tř.	palivo VI. jak. tř.	
	(m ³)					
SM	40,9	6650	1390	840,4	205,7	9127
BO	88,6	1486	456	225,4	97	2353
MD		635	13,2	10,5	1,3	660
Listnaté		39,6			286,4	326
Celkem	129,5	8810,6	1859,2	1076,3	590,4	12466

(Zdroj: MLaR Kutná Hora, vlastní zpracování)

Základní údaje hlavních dřevin

	zásoba		plocha	
	(m ³)	(%)	(ha)	(%)
SM	223187	51,41	861,19	42,58
JD	3239	0,74	17,66	0,87
BO	99747	22,97	563,47	27,86
MD	32133	7,4	97,32	4,81
DB	21534	4,96	166,6	8,24
LP	12228	2,82	63,93	3,16
BŘ	5312	1,22	35,42	1,75

(Zdroj: Lesní hospodářský plán LHC „Městské lesy Kutná Hora“, vlastní zpracování)

Příloha 5: Vybraný harvestor ROTTNE H-20

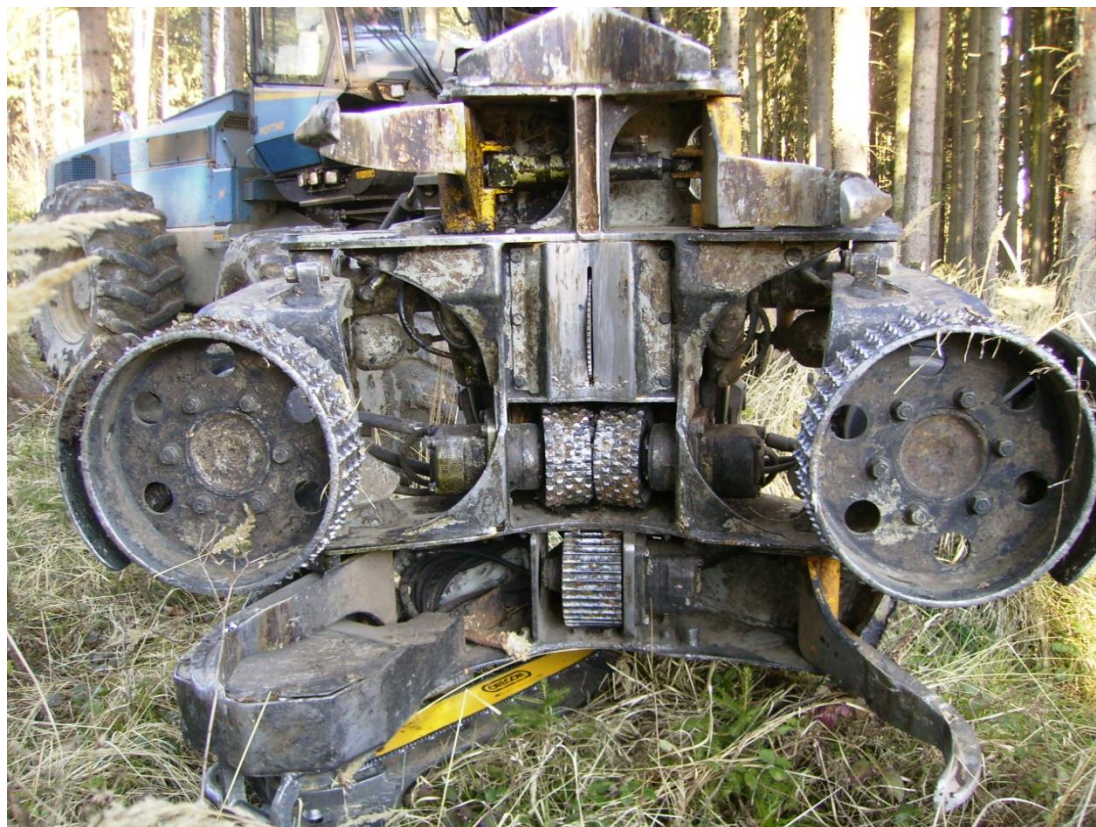


Základní technická data

	typ	objem válců (cm ³)	výkon (kW)	
Motor	John Deere 6081 HF 485	8 100	187	
	typ	rychlost (km/h)	tažná síla (kN)	
Přenos síly	Hydrostaticko-mechanický	pomalá 0-10 rychlá 0-25	200	
	výkon hydraulického čerpadla	pracovní tlak (Mpa)	objem nádrže (l)	
Hydraulický systém	750 l/1700 ot./min.	25	200	
	hmotnost	délka	šířka	výška
Rozměry stroje	21 000 kg	12 940 mm	3 000 mm	4 100 mm

(Zdroj Rottne Industri AB 2006, vlastní zpracování)

Příloha 6: Těžební hlavice vybraného harvestoru



Těžební hlavice EGS 700

Maximální úřez	750 mm
Odvětvovací nože	50 - 700 mm
Maximální otevření podávacích válců	1050 mm
Síla podávacích válců	27 kN
Rychlost odvětvování	3,7 m/s
Hmotnost hlavice	1400 kg

(Zdroj: Rottne Industri AB 2006, vlastní zpracování)

Příloha 7: Uložení vzorníků pro ruční měření



Příloha 8: Displej palubního počítače harvestoru

Production Náhled

Merít: 80 Strana (z) 1 (2) Tisk Konec

Císlo dodávky: Certifik.: Ne certif. Císlo smlouvy (VIOL):

Sortiment	Kód	Popis	Kupec	Pocet výřezů	Objem	Cenový typ	Celková délka	Střední délka
SMRK								
ODD35+				5	2,88	m3fmimID Eu	20,6	411,6
KUL45+				0	0,00	m3fmimID Eu	0,0	0,0
KUL15+				176	42,22	m3fmimID Eu	904,7	514,0
Hanolo				165	6,05	m3fmimID Eu	341,8	207,2
KPZ				26	4,71	m3fmimID Eu	65,8	253,0
DTD.VL				107	4,88	m3fmimID Eu	268,9	251,3
BO ROVI								
KUL35+				2	1,06	m3fmimID Eu	8,2	411,5
KUL20+				2	0,61	m3fmimID Eu	8,2	411,5
Hanolo				0	0,00	m3fmimID Eu	0,0	0,0
DTD.VL				2	0,38	m3fmimID Eu	5,0	252,0
M ODRN								
KUL20+				0	0,00	m3fmimID Eu	0,0	0,0
Hanolo				8	0,31	m3fmimID Eu	16,6	206,9
DTD.VL				5	0,09	m3fmimID Eu	12,5	250,8
LIST NAT								
KULATIN				0	0,00	m3fmimID Eu	0,0	0,0
KPZ.PAL				0	0,00	m3fmimID Eu	0,0	0,0
Součet				498	62,98		1652,3	331,8

Součet	Pocet kulatin	Pocet výřezů	Celková délka	Objem (m ³)	Průměrná kulatina
SMRK	89	479	1601,7	64,80	0,728
BO ROVICE	1	6	21,5	2,15	2,151
M ODRN	2	13	29,1	0,46	0,226
LIST NATE	0	0	0,0	0,00	
Součet	92	498	1652,3	67,40	0,733

514 207

Délka 0 (0) SMRK 200

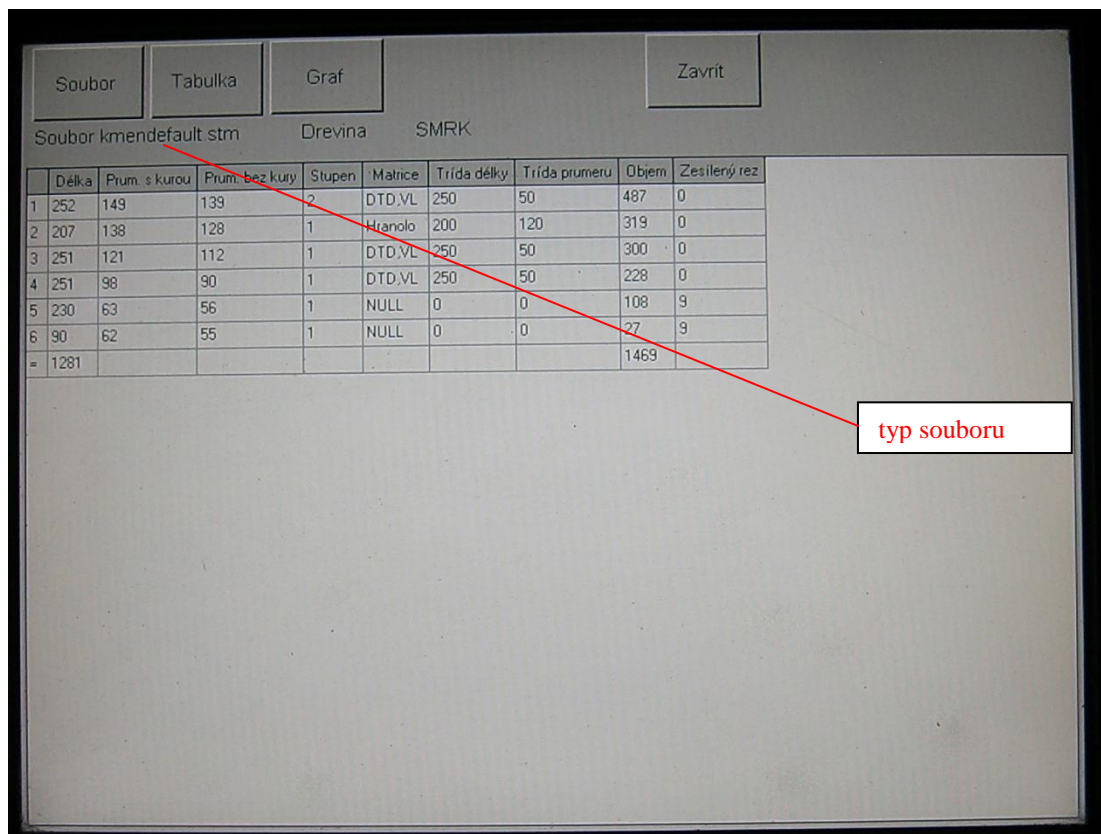
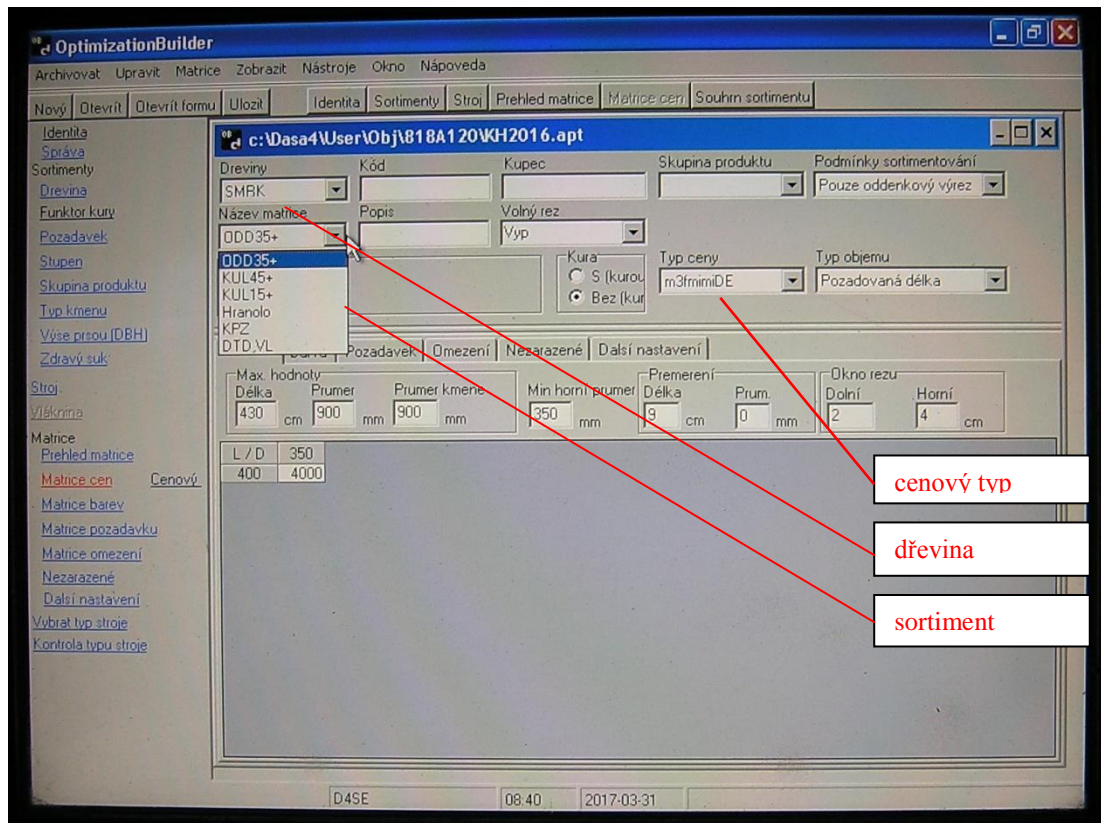
Kv1

tloušťka výřezu

délka výřezu

2017-03-31 08:55

Příloha 9: Displej – cenové typy



Příloha 10: Výstup z počítače harvestoru *.prd soubor

Overení měření: Datum výtisku:	2016-11-17	identifikace pracoviště	
Harvestor:			
Císlo stroje:	Dasa4	Verze:	Rottne D4 1.7.1 - 1.7.1 D4-D5
Výrobní číslo:	90606		
Typ stroje:	ROTTNE H-20		
Datum kalibrace:		Datum kontrolního měření:	
Tezba:		Pokyny pro sortimenty:	
Název souboru:	835A1101.prd	Název souboru:	KH2016.apr
Datum zarchivování:	2016-11-17 09:09:46	Identifikační informace:	MLaR Kutna Hora
Datum ukončení:		Datum vytvoření:	2016-11-10 09:29:26
Organizace:		Subdodavatel:	
Organizace:	MLaR Kutna Hora	Subdodavatel:	
Datum výtisku:		Kód:	
Oblast:		Jméno:	
Pracovní skupina:		Adresa:	ceníková matice
Skládka dříví:		E-Mail:	
		Tel/fax:	
Objekt:		Smlouva:	
Císlo objektu:		Kupující:	
Znacky pro rezání:		Dodavatel:	
Císlo úseku:		Císlo smlouvy:	
Císlo dodávky:		Císlo smlouvy (VIOL):	
Certifik.:	Necertif.		

Sortiment	Kód	Popis	Kupec	Pocet vyrezy	Objem	Cenovy typ	Celková délka	Strední délka
SMRK								
ODD35+				0	0,00	m3fmimiDEu	0,0	0,0
KUL30+				4	2,17	m3fmimiDEu	20,5	513,7
KUL15+				18	4,23	m3fmimiDEu	92,5	513,6
Hranolo				20	0,81	m3fmimiDEu	41,4	206,7
KPZ				4	0,80	m3fmimiDEu	10,2	253,8
DTD,VL				11	0,79	m3fmimiDEu	27,7	251,5
BOROVÍ								
KUL35+				0	0,00	m3fmimiDEu	0,0	0,0
KUL20+				0	0,00	m3fmimiDEu	0,0	0,0
Hranolo				0	0,00	m3fmimiDEu	0,0	0,0
DTD,VL				0	0,00	m3fmimiDEu	0,0	0,0
MODRIN								
KUL20+				4	0,88	m3fmimiDEu	16,5	412,0
Hranolo				4	0,20	m3fmimiDEu	8,3	207,0
DTD,VL				1	0,35	m3fmimiDEu	2,5	250,0
LISTNAT								
KULATIN				0	0,00	m3fmimiDEu	0,0	0,0
KPZ,PAL				0	0,00	m3fmimiDEu	0,0	0,0
Soucet				66	10,21		219,4	332,5

celkový objem (m³) bez kůry

Soucet	Pocet kulatin	Pocet vyrezy	Celková délka	Objem (m3)	Průměrná kulatina
SMRK	8	57	192,2	9,27	1,159
BOROVICE	0	0	0,0	0,00	
MODRIN	2	9	27,3	1,54	0,768
LISTNATE	0	0	0,0	0,00	
Soucet	10	66	219,4	10,81	1,081

celkový objem (m³) s kůrou

průměrný objem středního kmene