

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav základního zpracování dřeva

**Kvantifikace odchylek objemu dříví při jeho měření
harvestory a rozbor jejich závislostí na vybraných
faktorech**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2016/2017

Bc. Josef Lesák

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: Kvantifikace odchylek objemu dříví při jeho měření harvestory a rozbor jejich závislostí na vybraných faktorech vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:

Podpis

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Karlovi Janákovi, CSc. za odborné vedení, pomoc při vypracovávání této diplomové práce a za trpělivost, kterou se mnou měl při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat firmě KATR a.s. za vytvoření podmínek pro realizaci této práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat mé rodině za morální a finanční podporu během celého studia.

ABSTRAKT

Česky

Jméno: Bc. Josef Lesák

Název Diplomové práce: Kvantifikace odchylek objemu dříví při jeho měření harvestory a rozbor jejich závislostí na vybraných faktorech

Abstrakt:

V této práci je řešena problematika stanovení rozměrů dříví při jeho zpracování harvestory. Jsou zde analyzovány možné odchylky, jejich původ a výsledný vliv na výpočet objemu. Dále jsou zde rozebrány ostatní metody měření dříví, jako je ruční měření, nebo snímání rozměrů měřicími rámy na pilách. Důraz je kladen především na odchylky ve výpočetních vzorcích a zejména na rozdíly při stanovení odečtu kůry. Práce je podložena dvěma terénními měřeními ve smrkovém porostu, na kterých došlo celkem k zpracování šesti stromů na výřezy pomocí harvestoru. Ty byly následně převezeny na pilu ke standardní elektronické přejímce. Pro lepší představu o odchylkách byly tyto výřezy ještě dvakrát změřeny ručně a to před odkorněním a po odkornění.

Klíčová slova: měření, odchylky, harvestor, kůra, dříví, výpočet objemu, přejímka, smrk

English

Name: Bc. Josef Lesák

The title of the thesis: The quantification of the timber capacity variances during the measurements with harvesters and the analysis of their dependency in according to the specific factors

Abstract:

This thesis focuses on the problems with determining the dimensions of the timber during the processing with the harvesters. This study discusses all the possible variations in measurements, their origin and a resulting impact on the volume of the timber. Furthermore, this thesis describes other methods of measuring timber, such as manual measurement or measuring by sensing proportions of the timber with a saw measuring frames. The emphasis is on the variances in the calculation formulas, particularly focused on the differences in setting the reading bark. The research is supported by two measurements in the field, more specifically on the spruce vegetation. During these field measurements we performed the cuts with harvesters on the amount of 6 trees which were subsequently transported to the sawmill for the standard electronic checks. The log performed with the harvesters were afterwards measured twice for the purposes of precise volume measuring.

Key words: measuring, variances, harvester, bark, timber, calculation of the capacity, electronic check, spruce

Obsah

ABSTRAKT.....	5
Česky.....	5
English	6
1 ÚVOD.....	10
2 CÍL PRÁCE.....	11
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY.....	12
3.1 Měření harvestorem.....	12
3.1.1 Snímání délky výřezu.....	12
3.1.2 Snímání tloušťky výřezu	12
3.1.3 Srážky na kůru.....	13
3.1.4 Výpočet objemu výřezu	14
3.1.5 Průběh měření při zpracování pokáceného kmene.....	16
3.2 Ruční měření	17
3.2.1 Měření délky výřezů	17
3.2.2 Měření tloušťky výřezů.....	17
3.2.3 Výpočet objemu	17
3.3 Elektronická přejímka na pilách.....	18
3.3.1 Snímání délky výřezů v elektronické přejímce.....	18
3.3.2 Snímání tloušťky výřezů v elektronické přejímce	19
3.3.3 Úkony při elektronické přejímce.....	22
3.3.4 Faktory ovlivňující přesnost měření tloušťky u elektronického měření.	24
3.4 Pravidla pro měření výřezů a výpočet jejich objemu	28
3.4.1 Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008.....	28
3.4.2 Přejímací podmínky MAYR – MELNHOF HOLZ PASKOV s.r.o.	29
3.4.3 Přejímací podmínky Stora-Enso WP Ždírec s.r.o.	31
3.4.4 Kubírování dřeva dle ČSN 48 0007	32

3.4.5	Kubírování dřeva dle ČSN 48 0008	32
3.4.6	Kubírování dřeva dle ČSN 48 0009	32
3.4.7	Kubírování dřeva dle ČSN 48 0050	33
3.4.8	Kubírování dřeva dle ONORM L 1021	33
3.4.9	Kubírování dřeva dle Rahmenvereinbarung für die Werksvermessung von Stammholz	34
4	METODIKA.....	35
4.1	Výběr referenční metody	35
4.2	Výběr stromů	35
4.3	Měření stromu harvestorem.....	36
4.4	Ruční měření	38
4.5	Změření výřezů 2D měřícím rámem na pile.....	39
4.6	Zpracování terénních měření	41
4.7	Analýza možných odchylek	41
4.7.1	Mechanické odchylky	41
4.7.2	Výpočetní odchylky	41
4.8	Stanovení opravného koeficientu ve výpočetním algoritmu	41
5	ŘEŠENÍ.....	43
5.1	Hodnoty získané z terénních měření	43
5.2	Stanovení mechanických odchylek	45
5.3	Stanovení odchylek odpočtu kůry u harvestoru a u 2D měření.....	45
6	DISKUZE.....	47
7	ZÁVĚR.....	49
8	SOUHRN (SUMMARY).....	50
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	52
10	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	53
11	SEZNAM TABULEK.....	55

12	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	56
----	---------------------	----

1 ÚVOD

Doba, kdy těžba dříví byla prováděna pomocí motorových pil a měření jednotlivých výřezů se provádělo ručními průměrkami stejně jako následná přejímka na malých pilách, už je z důvodu kapacity nenávratně pryč. V dnešní době jsou pily, které zpracovávají až 1 milion m³ ročně a přejímku provádějí u každého výřezu. Proto bylo nutné vyvinout technologii, která bude schopná stejným způsobem jednotlivé výřezy vyrábět a zároveň měřit. Touto technologií se staly harvestory, které bez problémů zvládají produkovat velké objemy výřezů, ale jejich měření není kvůli kompaktnosti a vyšším nárokům na robustnost totožné s technologií měření při přejímce na pilách. Z tohoto důvodu dochází k nepatrným odchylkám při stanovení objemu jednotlivých výřezů, které při velkých dodávkách způsobují značně rozdílné hodnoty. Díky tomu dochází ke sporům mezi dodavatelem a odběratelem dříví, přičemž každý tvrdí, že právě to jeho stanovení objemu je přesné. Proto by bylo dobré stanovit odchylku v naměřených hodnotách a aplikovat její přepočty do výpočetních algoritmů jednoho, nebo druhého měřicího systému.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo analyzovat odchylky při stanovení objemu harvestory pomocí terénního měření. Na základě tohoto měření bylo cílem kvantifikovat naměřené odchylky a navrhnout opatření ve výpočetním algoritmu, které by vedlo ke snížení dlouhodobého napětí mezi dodavateli a zpracovateli dřevní suroviny. K tomu bylo potřeba stanovit co nejpřesnější referenční metodu se kterou by se daly naměřené výsledky harvestorem porovnat. Dílčím cílem práce bylo popsat a porovnat jednotlivé způsoby snímání a stanovení rozměrů a objemů výřezů. Za jistý cíl této práce se dá označit i snaha přispět k vyřešení napjatých vztahů mezi dodavateli a zpracovateli dříví, nebo případně vymezit kroky, kterými bude nutné se do budoucna zabývat pro zdárné vyřešení této problematiky.

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

3.1 Měření harvestorem

Měření rozměrů výřezů se u harvestoru provádí pomocí kácecí hlavice zavěšené na hydraulickém ramenu. Tato hlavice má pro tento účel v sobě zabudované mechanismy, jako je odvalovací kolečko, nebo snímací komponenty v odvětovacích nožích, nebo posuvných válcích. Pro výpočet objemu je k těmto sejmutým údajům potřeba ještě přiřadit některé další parametry operátorem harvestoru (dřevina, odečet kůry, apod.). Při harvestorových těžbách se kvalitativně výřezy zařazují především dle nejvyšší ceny, případně může být lepší kvalita upozaděna na úkor splnění zastoupení výřezů s nižší kvalitou v zakázce. (Neruda 2013)

3.1.1 Snímání délky výřezu

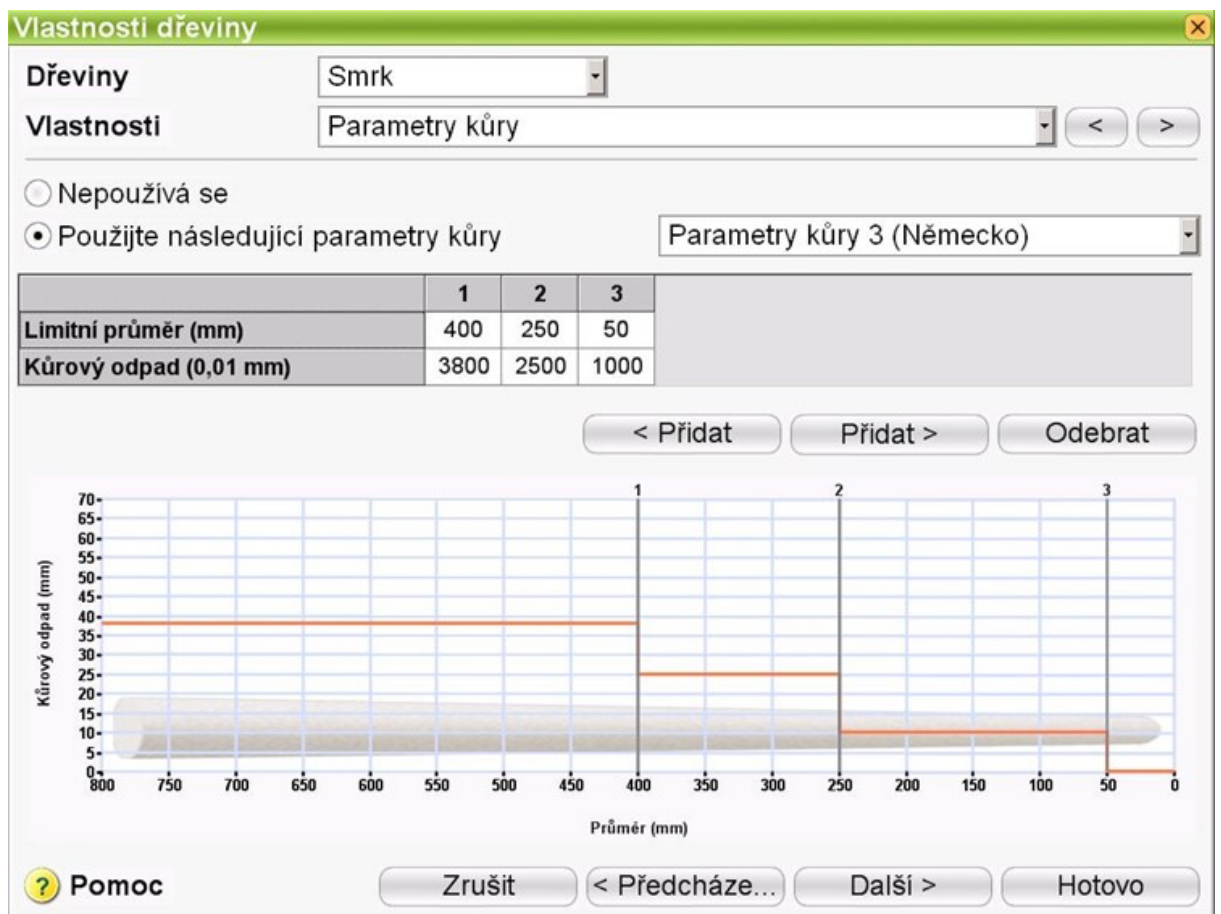
Délka výřezu je měřena ozubeným, odvalujícím se kolečkem umístěným v kácecí hlavici harvestoru. To snímá posuv výřezu v hlavici při jeho zpracování s přesností na 1 cm. Pro dostatečný přítlak je ozubené kolečko k výřezu přitlačováno pružinou, nebo hydraulickým válcem. Přenášení délky výřezu z posuvného kolečka do systému se děje pomocí impulsátoru na kolečku. Ten při posuvu vpřed, nebo vzad, dodává do řídicího systému přesný počet impulsů. Ty jsou poté na základě kalibrace přepočítávány na odpovídající délku výřezu. Pokud je nastavení systému provedené špatně, potom se pohybuje chyba délky výřezů vždy jen jedním směrem. Všechny výřezy jsou delší, nebo jsou všechny výřezy kratší. (Neruda 2013)

3.1.2 Snímání tloušťky výřezu

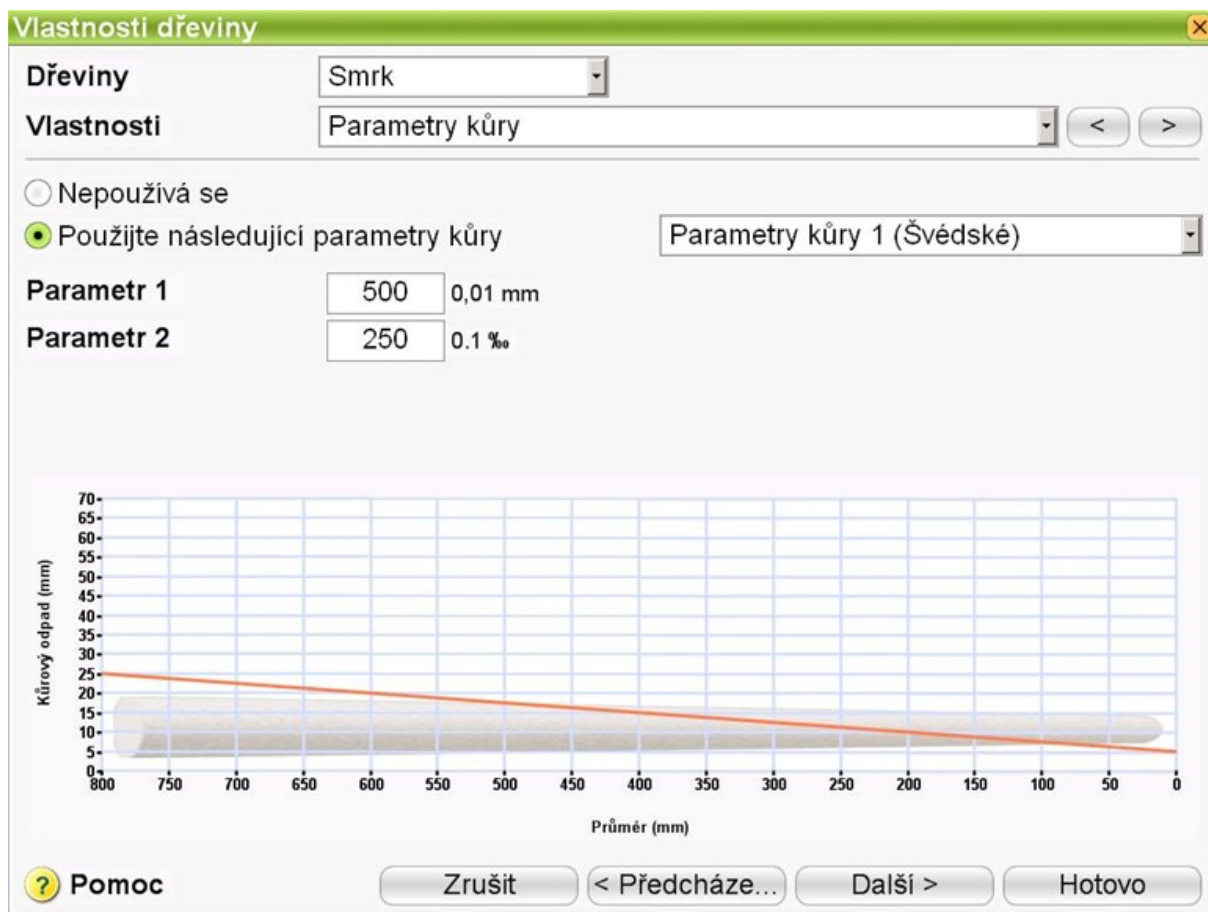
Tloušťku můžeme získávat dvěma způsoby, a to dle míry rozevření ramen válců posuvu pomocí impulsátorů, nebo odvětovacích nožů v horní části kácecí hlavice pomocí dvou otočných potenciometrů s přesností na 1 mm. Tyto potenciometry jsou osazeny na zajišťovacích čepech odvětovacích nožů. Jsou upevněny tak, aby byly schopné reagovat na každou změnu polohy odvětovacích nožů. Potenciometry jsou elektronické součástky, které fungují jako regulovatelný odporový dělič, přičemž se při otevření odvětovacího nože jimi procházející napětí zvyšuje a při zavření snižuje. Výsledná tloušťka výřezu je dána aritmetickým průměrem z těchto dvou sejmutých hodnot. (Neruda 2013)

3.1.3 Srážky na kůru

Tloušťka výřezů je při těžbě harvestorem měřena v kůře, jelikož k odkornění dochází až ve zpracovatelském závodě. Z tohoto důvodu je nutné pro následný výpočet objemu použít přesný algoritmus, kterým odečteme tloušťku kůry z naměřené tloušťky výřezu. Převažující postup je podle pásmových hodnot odečtu kůry zadaných v systému harvestoru pro každou dřevinu zvlášť. Těchto pásem může být 1-10. Druhým postupem je použití srážkového vzorce ze dvou parametrických hodnot, které udávají minimální hodnotu pro odečet a její závislost na tloušťce kmene. (Neruda 2013)



Obr. 1 Odečet kůry u harvestoru dle pásmových hodnot (Zemánek 2017)



Obr. 2 Odečet kůry u harvestoru dle parametrických hodnot (Zemánek 2017)

Provádí se dle předem definované tabulky tloušťek kůry pro jednotlivé tloušťky a dřeviny. Podle softwarového vybavení harvestoru je poté tato tabulka roztríděna do jednotlivých pásem odpočtu. O těchto údajích je provozovatel harvestoru povinen informovat. (Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008)

3.1.4 Výpočet objemu výřezu

Jako základ pro výpočet objemu slouží sejmutá data délky a jednotlivých tloušťek výřezů. Výsledná hodnota objemu je vypočítána podle zadaného algoritmu, který je v měřicím systému předem vložen výrobcem, nebo vlastníkem harvestoru. Pro každý vyráběný sortiment lze zadat jiný výpočetní algoritmus (výpočet dle středové tloušťky, dle čepu), který je systémem automaticky zvolen dle růstové charakteristiky kmene. Tyto výpočetní algoritmy jsou v systému uvedeny jako ceny a umístěny v souboru s názvem ceník. (Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008)

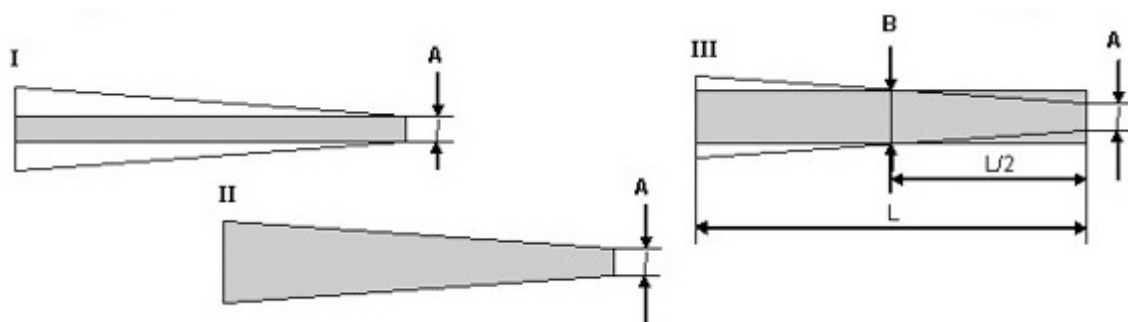
3.1.4.1 Ceník

Je sborník všech důležitých parametrů, které systém používá k výpočtu objemu a cen vyráběných sortimentů. Patří sem druh dřeviny, mezní rozměrové hodnoty jednotlivých sortimentů, jejich zpeněžení, kvalitativní třídy, způsoby výpočtů, apod. Tyto údaje sem zadává majitel harvestoru, nebo jeho operátor po odsouhlasení při podpisu smlouvy s odběratelem. (Neruda 2013)

Ceny jednotlivých sortimentů se vypočítávají dle zadaných algoritmů, které udává mezinárodně uznávaný standard StanForD 2010

1. $m^3to = \text{cena}/m^3$ (objem podle horního (čepového) průměru, obrázek I). Objem je vypočítán jako válec s horním průměrem klády. Klasifikace je založena na čepovém (horním) průměru (A).
2. $m^3f = \text{cena}/m^3$ (pevná, obrázek II). Pevný objem, který je vypočítán jako skutečný objem klády. (Objem je rozdělen, což znamená, že kláda je rozdělena na řezy tloušťky 1 cm. Pevný objem je pak nahlášen jako součet objemu všech řezů.) Klasifikace je založena na čepovém (horním) průměru (A).
3. $pic = \text{cena}/\text{kláda}$. Cena nezávisí na objemu, ale týká se ceny za zadaný kus. Objem se měří v m^3 (pevný, obrázek II), když se registruje výsledek výroby. Klasifikace je založena na čepovém (horním) průměru (A).
4. $m^3fmi = \text{cena}/m^3$ (norská cenová kategorie, obrázek III). Objem je vypočítán jako válec s teoretickým průměrem ve středu klády (1cm/m, kuželovitost). Klasifikace je založena na čepovém (horním) průměru (A).
5. $m^3ftr = \text{cena}/m^3$, norská cenová kategorie. Měří se průměry klády přes kůru nebo pod kůrou v místě 10 cm od středu horního konce klády a 10 cm od středu jejího silnějšího konce. (1 cm/m, kuželovitost)
6. $m^3toDE = \text{cena}/m^3$ (cena podle horního průměru, německá norma HKS, obrázek III). Objem (válec) a klasifikace jsou založeny na průměru ve středním bodě (B), cena podle průměru malého konce(A), průměr HKS. Průměr se zaokrouhluje dolů na nejbližší centimetry.
7. $m^3miDE = \text{cena}/m^3$ (cena podle středního bodu, německá norma HKS, obrázek III). Objem (válec) a klasifikace a cena jsou založeny na průměru ve středním bodě (B), průměr HKS. Průměr se zaokrouhluje dolů na nejbližší centimetry.

8. $m^3mimi = \text{cena}/m^3$ (dánská norma, obrázek III) Průměr (mm) měřený ve středním bodě pro výpočet objemu (válec), klasifikace a cena podle průměru ve středním bodě (mm) (B).
9. Stopa desky = $\text{cena}/\text{stopa desky}$ (americká norma). Americká cenová kategorie. Není definováno ve standardu v důsledku velmi velkého počtu existujících metod výpočtu.
10. $m^3fm = \text{cena}/m^3$ (střední bod, obrázek III) Průměr (mm) měřený ve středním bodě pro výpočet objemu (válec), klasifikace založena na průměru ve středním bodě (B), cena založena na horním průměru (mm) (A).
11. $picNo = \text{cena}/\text{kláda}$ (norská norma). Norská cenová kategorie. Objem se měří v m^3fmi , když se registruje výsledek výroby.
12. $m^3mth = \text{cena}/\text{svazek } m^3$ (hromadný objem)
13. $m^3fest = \text{cena}/m^3$ (Nilsonova estonská objemová jednotka), estonská funkce pro výpočet objemů klád. Funkce se nazývá "Nilsonův vzorec". Základní ideou této funkce je vypočítat pevný objem na základě horního průměru klády. (Pokyny pro obsluhu John Deere TimberMatic H-09 2012)



Obr. 3 Grafické znázornění bodů měření harvestorem (Pokyny pro obsluhu John Deere TimberMatic H-09 2012)

3.1.5 Průběh měření při zpracování pokáceného kmene

- Uchopení kmene káecí hlavicí harvestoru. Při této operaci je zpravidla nutné provést začišťovací řez pro přesné nastavení snímačů délky, jelikož při kácení mohlo dojít k mírnému posunu. Po správném uchopení je nutné zadat do systému druh dřeviny a pokud je už možné tak i její kvalitu.
- Po prvním změření tloušťky kmene systém navrhne skladbu sortimentů, které jsou nejvýhodnější pro výrobu dle cenové matice v ceníku. Tento návrh může operátor změnit např. na základě vyskytnutí vnitřní vady jako je hniloba.

- Pro každou cenovou matici je v systému přiřazena odpovídající cena. Na jejímž základě systém navrhuje skladbu dle nejvyššího zpeněžení, případně maximálního zpeněžení při dodržení poměru vyráběných sortimentů.
- Návrh systému optimální skladby sortimentů se může v průběhu zpracování kmene měnit. Můžou za to nepředpokládané extrémní naměřené hodnoty způsobené například křivostí, nebo neobvyklou sbíhavostí kmene. (Neruda 2013)

3.2 Ruční měření

K manuálnímu měření se zpravidla používá pásmo a průměrka. Tyto nástroje by měli být kalibrované českou metrologickou laboratoří a opatřeny příslušným štítkem. Je dobré je nechat každé dva roky opětovně přezkoumat. (Ondráček 2001)

3.2.1 Měření délky výřezů

Měří se pomocí pásma a je dána nejkratší vzdáleností mezi oběma čely výřezu. Měří se s přesností na 0,01 m. Odchylky do 1% jsou povoleny u výřezů IV. – VI, třídy. (Ondráček 2001)

3.2.2 Měření tloušťky výřezů

Měří se pomocí kalibrované průměrky, manuální, nebo digitální. Ve většině případů se měří ve středu výřezu (středová tloušťka), případně na čepu (čepová tloušťka). Tloušťka se zpravidla měří ve dvou na sebe kolmých směrech, které se pro výslednou hodnotu zprůměrují. Výjimkou jsou výřezy, jejichž středová tloušťka je do 20 cm. U nich stačí tloušťku změřit pouze jednou ve vodorovné poloze. Takto získané hodnoty se poté musejí pro výpočet ještě upravit (více v kapitole 3.3.4.3 a 3.4). (Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008)

Při samotném měření průměrkou je nutné dbát na správné přiložení k výřezu, aby nedocházelo ke zkreslování naměřených hodnot. (Ondráček 2001)

3.2.3 Výpočet objemu

Zpravidla se provádí pomocí Huberova vzorce, více v kapitole 3.4

3.3 Elektronická přejímka na pilách

3.3.1 Snímání délky výřezů v elektronické přejímce

Délka výřezů se na pilách při elektronické přejímce snímá v podélné přepravě pomocí fotobuňky a impulsního generátoru. Snímání probíhá fotobuňkou, která je umístěna nad a pod projíždějícím výřezem. Ta vysílá signály v určitých intervalech, které jí určuje impulsní generátor. Ten je umístěn na hnacím kolečku podélného řetězového dopravníku, z kterého snímá rychlost a v závislosti na ni udává frekvenci signálů spouštění fotobuněk. Tato frekvence je dána právě každému jednomu centimetru posunu výřezu. Výsledná hodnota délky výřezů je tedy určena počtem impulsů při zastínění mezi fotobuňkami.

Důležité parametry:

- Počet impulsů generátoru na 1 otáčku
- Převodový poměr mezi hnacím ozubeným kolečkem dopravníku a generátorem
- Průměr a obvod ozubeného kolečka dopravníku (Janák 2008)

Snímání délky při příčné přepravě výřezů je možné provádět pomocí řady fotobuněk. Ty jsou odstupňovány tak, aby se jejich rozestupy rovnaly jednotlivým délkám zpracovávaných výřezů plus nadměrky. Pro tento druh snímání je nutné zarovnání výřezů k nulové hodnotě. Tento typ měření nelze použít pro přesné stanovení objemu jednotlivých měření z důvodu snímání jen v předem daných bodech. Lze ho použít pouze pro kontrolní měření při přejímce výřezů pro dodržení daných délek. Tento druh měření je i snadno ovlivnitelný nekvalitním začelením výřezů. (Janák 2006)

Snímání délky lze provádět i laserovým, nebo ultrazvukovým paprskem. Výřezy je nutné zarovnat do výchozí polohy, jako v předchozím případě. Z druhé strany je poté vyslán paprsek, který se odrazí od čela výřezu a vrátí se zpět. Poté lze ze známé rychlosti šíření paprsku vypočítat délku výřezu, tím docílíme na rozdíl od předešlé hodnoty relativně přesnou hodnotu délky. Pro vysoké pořizovací náklady se však tyto snímače příliš nepoužívají. (Janák 2006)

3.3.2 Snímání tloušťky výřezů v elektronické přejímce

3.3.2.1 1-D snímání

Při tomto druhu snímání se využívají měřicí rámy, kterými procházejí výřezy. U metody snímání v jednom směru 1 – D je umístěn na levé (nebo pravé, dle výběru) straně vysílač řady rovnoběžných infračervených světelných paprsků, nejčastěji LED diody. Na opačné straně je umístěn přijímač těchto paprsků – fototranzistory. Výřez na dopravníku přerušuje paprsky vedoucí k fototranzistorům a právě počet přerušených paprsků je roven tloušťce výřezu. Odchylka u tohoto měření se pohybuje v rozmezí mezi 1-4 mm. (Janák 2008)

Dioda nedokáže vyslat přesně mířený paprsek a tím dochází k jeho mírnému rozptylu. Pro přesné měření to způsobuje problém, jelikož signál dojde k více fototranzistorům. Tomuto problému předcházíme spouštěním páru dioda – fototranzistor zvlášť na velmi krátkou dobu (60 – 200 jednotlivých zpuštění za vteřinu). Při běžných rychlostech dopravníků okolo 60 m/s potřebujeme k proběhnutí celého cyklu měření 0,5 – 2 cm průběžné délky. S uvažováním šířky měřících elementů u ostatních typů měření (ruční průměrky, odvětvovací nože harvestorů) můžeme tento druh měření považovat za bodový. (Janák 2006)

3.3.2.2 2-D snímání

Oproti 1- D snímání se liší pouze přidáním druhého průmětu, čímž se zpřesňují výsledky a napodobují se pravidla pro ruční měření kulatiny.

3.3.2.2.1 Lineární kamery

Tento typ měření je založen na snímacích kamerách, které mají v jedné řadě 256 – 1024 pixelů na jedné straně dopravníku a zdroji světla (osazeném žárovkami) na protilehlé straně. Měření probíhá při podélné dopravě výřezu po dopravníku, přičemž jsou snímací kamery umístěny pod dopravníkem a světelné zdroje nad dopravníkem. Přesných výsledků dosáhneme pouze za použití dvou na sebe kolmých kamer (každá musí mít vlastní světelný zdroj), proto 2 – D měření. Světelné zdroje zůstávají stále rozsvícené a snímací kamery zaznamenávají při průchodu výřezu množství zastíněných pixelů a z toho řídicí software vypočítá tloušťku výřezu ve snímaném bodě. Střední hodnota mezi tloušťkami obou na sebe kolmých směrů je poté použita pro výsledný výpočet objemu výřezu. U tohoto snímání křivost kmene může výrazně ovlivnit výpočet objemu kvůli oddalování se od kamery a tím snižování zastíněné plochy, proto je nutné,

aby řídicí systém použil v těchto případech opravné koeficienty. V místě snímání je nutné vynechat část dopravníku, aby nedocházelo ke zkreslování výsledků. (Janák 2008)

V dnešní době se už na nových zařízeních lineární kamery nepoužívají, jelikož je nahradily měřicí rámy a především 3D měření. Tyto kamery můžeme spatřit už jen na starých dosluhujících systémech (Janák 2016).

3.3.2.2.2 Měřicí rámy

U těchto měřicích rámu dochází ke snímání při stejných principech, jako u 1 – D měřicích rámu. Tento systém je ale zdokonalen o přidání druhé svislé osy, která je kolmá na původní vodorovnou osu. Aby bylo možné snímat výřezy i ve svislé ose, je nutné v tomto místě vynechat dopravník, protože by zastiňoval paprsky směřující dolu k fototranzistorům. (Janák 2008)

Měřicí rámy jsou orientovány ve dvou, přibližně stejně rozšířených uspořádáních, buď vodorovně a svisle, nebo celý rám nakloněný o 45°. Vodorovný/svislý systém má výhodu při zjišťování zploštění výřezů (na ploše jede po dopravníku) zatímco u ukloněného systému je to zjistitelné pouze náhodně. Ten je výhodnější na údržbu při čištění, protože nemá žádné vodorovné plochy, na kterých by se extrémně usazovaly nečistoty. (Janák 2006)

3.3.2.3 3-D snímání

Tyto snímače pracují na principu zaznamenávání obvodové křivky výřezu v určitém bodě. Na rámu, kterým výřez prochází, jsou umístěny dokola 3 – 4 lasery, které nasvítí čáru na výřez a tím vznikne světelný příčný řez. Tuto obvodovou křivku snímají 3 až 4 plošné kamery. Řídicí software poté ze zjištěných údajů vypočítá obvodovou křivku a z ní objem výřezu. Je vhodné jako u předešlých metod v místě měření vynechat podélný řetězový dopravník, aby nedocházelo ke zkreslování údajů. Toto měření nám udává nejpřesnější rozměrové hodnoty daného výřezu. (Janák 2008)

3.3.2.3.1 X – ray scanner

Jedná se o totožné rentgenové snímání, které se už dlouhou dobu používá v lékařském sektoru v tomografii. Dlouholetý výzkum této technologie pro pilařský průmysl spočíval především ve splnění několikanásobné kapacity oproti dříve dostupným strojům (Giudiceandrea 2010)

Tímto snímáním můžeme zjistit a změřit vnitřní vady a stavbu výřezů jako jsou dřev, zdravé a nezdravé suky, trhliny, smolníky, hnilobu, sklon vláken, obsah hlíny, kamení a kovů, nepravé jádro, změřit aktuální hustotu, šířku letokruhů, tlakové a tahové dřevo, nebo na základě informací určit samotnou dřevinu. Všechny tyto anomálie dokáže přesně změřit ve všech směrech a tím zobrazit přesný 3D model. Toto snímání bylo vynalezeno především pro navrhování pořezových schémat v souvislosti se stavbou výřezu pro docílení co nejvyšší kvality výsledného řeziva. To je při použití takového vyhodnocování pevnější, rozměrově stálější a obsahuje co nejméně vad, proto ho můžeme zpeněžit výhodněji. Toto snímání je vhodné především pro pilařské závody, které disponují profilovacími agregáty s nastavitelnou roztečí kotoučových pil v závislosti na tomto měření (MICROTEC 2013)

Pokud bychom zkombinovali 3D měření a průmyslový X - ray scanner, mohli bychom uvažovat o plně automatizované elektronické přejímce na našich pilách a vyčlenění problémového lidského faktoru. Za současných podmínek musí pracovník vyhodnotit naměřené hodnoty a vizuálně posoudit daný výřez dle kvality a obsahu určitých vad. Na velkých závodech má tuto práci ztíženou příliš malým časem na každý výřez, znečištěnými čely výřezů, namrzlým sněhem a hlinou, čímž může docházet ke špatnému zařazení a tím použitím na méně kvalitní produkty a především nižší finanční ohodnocení pro dodavatele. Použití X – ray systémů by všem těmto problémům předcházelo. Jeho další výhodou by mohlo být přesnější určení na odečet kůry, a jelikož je schopné odhalovat i kovy, tak vyřazení detektorů kovů z linky a tím ušetření financí (Oja a kol. 2010)

3.3.2.4 Rozdíly mezi 2D a 3D snímáním

Jelikož 2D snímáním získáme dva směry pohledu na výřez (2 hodnoty tloušťky) a 3D snímáním získáme při pootočení o 5° 72 bodů po obvodu výřezu, tedy 36 zprůměrovaných dvojic hodnot tloušťky výřezu, nebo při pootočení o 1° 360 bodů po obvodu výřezu, tedy 180 zprůměrovaných dvojic hodnot tloušťky výřezu, proto můžeme mluvit o dvou velmi odlišných metodách měření tloušťek u kterých musí automaticky docházet k určitým nepřesnostem. Výřezy jsou měřeny dle totožných podmínek. Jediný rozdíl při získávání středové tloušťky je při výběru dvou směrů, které jsou dány různou technologií. U 2D snímání jsou tyto směry vybrány náhodně dle aktuální pozice výřezu při snímání, zatímco 3D snímání vybírá nejmenší dva na sebe kolmé směry v daném místě měření. (Janák et al 2006)

Při praktickém porovnávacím měření, za použití ručního měření a následným výpočtem Huberovou metodou jako referenční hodnoty bylo zjištěno, že 2D snímání se od referenční metody téměř neliší a výsledné hodnoty jsou jen mírně vyšší. Konkrétně se jedná o 0,4 - 0,5 %. Při vyhodnocování výsledků naměřených dat 3D měřením a jejich následné porovnání s referenčními hodnotami manuálního měření bylo zjištěno, že 3D měření objemy výřezů velmi podhodnocuje. Výsledné hodnoty jsou v průměru o 2,5 - 5,5 % nižší, než zjištěné při referenční metodě (Janák 2007).

Koeficienty pro převod zjištěných hodnot při elektronické přejímce lze stanovit takto:

2D měření: 0,9966

Naměřený objem výřezů v dodávce je 30 m^3 . Tedy $30 * 0,9966 = 29,898 \text{ m}^3$

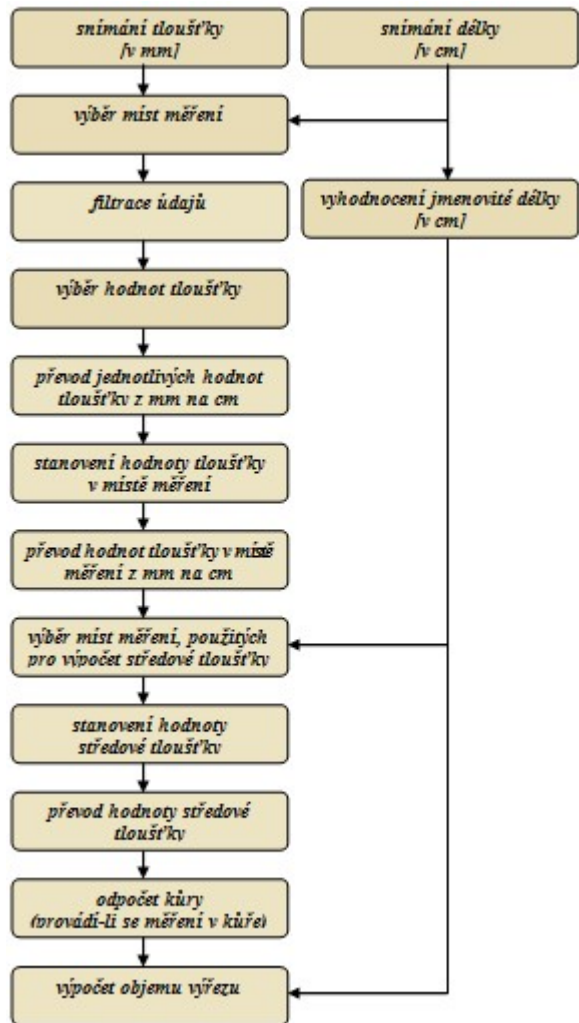
3D měření: 1,0360

Naměřený objem výřezů v dodávce je 30 m^3 . Tedy $30 * 1,0360 = 31,08 \text{ m}^3$

Tyto koeficienty platí v průměru, ne pro jednotlivé výřezy. Použitelné například pro přepočet velkých dodávek. (Janák et al 2006)

3.3.3 Úkony při elektronické přejímce

Je těžké stanovit jednoznačný postup pro elektronickou přejímku, protože u nás neexistují jednotné standardy pro snímání tloušťek. Ta probíhá dle množství norem, pravidel a interních podmínek pilařských závodů (více v kapitole 3.4). Přibližného sjednocení postupu u elektronické přejímky bude vypadat takto: (Janák 2012)



Obr. 4 Sjednocený postup elektronické přejímky v ČR (Janák 2012)

Pro jednotlivé postupy dané v kapitole 3.4, které se od sebe liší, je dobré stanovit přepočtové koeficienty, podle kterých můžeme zjistit, jaký by byl objem výřezů přejímaný jinou metodou. Pro zjištění těchto koeficientů byla použita dílcová Huberova metoda (Janák 2012)

Tab. 1 Přepočtové koeficienty vybraných metod předepisujících měření a třídění dřeva (Janák 2012)

	Metoda	Koeficient
1	ČSN EN 1309-2 Kulatina a řezivo - Metody měření rozměrů - Část 2: Kulatina. 2006	0,981072
2	Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008	0,941042
3	ČSN 48 0050 Surové dříví. Základní a společná ustanovení. 1990 Ruční měření	1,000764
4	ČSN 48 0050 Surové dříví. Základní a společná ustanovení. 1990 Elektronické měření	0,995303
5	ÖN L 1021 Vermessung von Rundholz 2006 (pro tloušťky v cm)	0,936393
6	ÖN L 1021 Vermessung von Rundholz 2006 (pro tloušťky v mm)	0,984777
7	Rahmenvereinbarung für die Weksvermessung von Stammholz. 2005	0,941534
8	Rahmenvereinbarung für die Weksvermessung von Stammholz. 2005 (pouze metoda do tloušťky 20 cm)	0,958114

3.3.4 Faktory ovlivňující přesnost měření tloušťky u elektronického měření.

3.3.4.1 Výběr

Výběr sejmutých hodnot probíhá vždy v daném měřícím místě, zpravidla po 10 cm. Hodnota tloušťky může být stanovena průměrem ze dvou směrů v daném bodě měření (2D), průměrem všech hodnot naměřených v daném intervalu měření, nebo hodnota sejmutá co nejbližší danému měřicímu místu (Roun 2008)

3.3.4.2 Filtrace

Filtrace u elektronické přejímky se skládá především z matematických a statistických úkonů, které mezi sebou dle potřeby kombinujeme. Filtraci musíme provádět z důvodu odstranění extrémních hodnot, jako jsou části chybějící kůry na obvodu výřezu, části odtrhnuté a vyčnívající kůry, nábaly hlíny, nebo namrzlého sněhu, boule a jakékoliv další vady, které mají vliv na výsledky při snímání tloušťek výřezů.

- Pohyblivé průměry – ke každému místu měření je přiřazena hodnota tloušťky vypočítána jako průměr všech měření v daném intervalu, přičemž v jeho středu

je bod daného měření. Počet měření v intervalu je většinou lichý. Tento postup nelze použít bez dalších úprav pro výpočet středové tloušťky.

- Pohyblivé mediány – postup snímání je totožný jako v předchozím případě, ale průměr je nahrazen mediánem. To má za následek přesnější měření, jelikož se vyhneme extrémním hodnotám. Tímto typem filtrace můžeme získávat i středovou tloušťku
- Nejlepší extrémní řezání – Používáme ho k odstranění extrémních hodnot s kladnou odchylkou, jako je například vyčnívající odtržená kůra, vytržené vlákna, nebo špatně odříznuté větve. Je potřeba použít dále některou z filtračních metod.
- Lineární regrese – slouží pro celkovou úpravu obvodové křivky výřezu pomocí přímky podle metody nejmenších čtverců. Pokud tento postup aplikujeme přímo na naměřené hodnoty bez předchozí úpravy může dojít u výsledku k velkým odchylkám, proto je vhodné tento postup aplikovat na už upravené výřezy bez extrémních hodnot.
- Vzájemné porovnání hodnot tloušťek naměřených v kolmých směrech – porovnávají se hodnoty získané ve vodorovném a svislém směru v jednom místě s ohledem na délku výřezu. Naměřené hodnoty jsou porovnávány s hodnotami vyššími, než je běžné zploštění výřezu. Vliv zploštění může být odstraněn porovnáním několika po sobě jdoucích měření v obou směrech. Tento postup pouze zjišťuje možné zploštění, k výsledné filtraci je potřeba použít jiný typ filtrace.
- Vzájemné porovnání tloušťek měřené po sobě v jednom směru – rozdíl mezi X_a a X_{a+1} je srovnáván s maximální možnou hodnotou sbíhavosti výřezu. Tato metoda je určena pro určení sbíhavosti na daném výřezu. Nelze použít na koncích výřezu.
- Porovnání součinitele růstu dvou následujících hodnot - Porovnání hodnot X_a a X_{a+1} s odvozenou hodnotou možné sbíhavosti výřezu, přičemž naměřené hodnoty nemusejí být po sobě jdoucí. Tato metoda je určena ke zjištění vad a nelze je s ní určovat na koncích výřezů

Kvůli velkému množství aspektů, které je potřeba odfiltrovat při výpočtu tloušťek, musíme dbát na použití přesných filtračních metod stejně, jako na samotné postupy snímání a snímací technologii (Janák 2011).

3.3.4.3 Odečet kůry

Odečet kůry je nutný při výpočtu objemu suroviny, kterou evidujeme a platíme v objemu bez kůry, zatímco nakupujeme s kůrou, kvůli zachování kvality a nižších nákladů dodavatele. Pro odpočet kůry používáme různé metody.

- **Tabulky a polynomy pro výpočet objemu kulatiny bez kůry dle středové tloušťky měřené v kůře**

Údaje v těchto tabulkách byly vypočteny pomocí Huberovy metody a to podle vztahu: (Hunková 2011)

$$V_{bk} = \frac{(d_{sk} - 2k)^2 * \pi * l}{40\,000}$$

V_{bk} = objem kulatiny bez kůry v [m³]

d_{sk} = středová tloušťka kulatiny měřená v kůře v [cm]

k = tloušťka kůry v [cm]

l = délka kulatiny v [m]

Tloušťka kůry je pro tento vztah vypočítána pro každou dřevinu dle vztahu: (Hunková 2011)

$$2k = p_0 + p_1 * d_{sk}^{p_2}$$

k = tloušťka kůry v [cm]

d_{sk} = středová tloušťka výřezu měřená v kůře v [cm]

p_0 až p_2 = parametry funkce závislosti tloušťky kůry na tloušťce výřezu

- **Peintingerovy tabulky**

Tabulky jsou pro každou dřevinu sestaveny samostatně. Hodnoty jsou uváděny v milimetrech pro každou středovou tloušťku výřezu. Objem je počítán Huberovou metodou stejně jako v předchozím případě (Hunková 2011)

Tab. 2 Peintingerovy tabulky (Janák 2016)

Rindenabschläge Peintinger Fichte									
6 cm!	7 cm!	8 cm!	9 cm!	10 cm!	11 cm!	12 cm!	13 cm!	14 cm!	
5mm!	5mm!	6mm!	6mm!	7mm!	7mm!	7mm!	8mm!	8mm!	
15 cm!	16 cm!	17 cm!	18 cm!	19 cm!	20 cm!	21 cm!	22 cm!	23 cm!	
9mm!	9mm!	9mm!	10mm!	10mm!	11mm!	11mm!	12mm!	12mm!	
24 cm!	25 cm!	26 cm!	27 cm!	28 cm!	29 cm!	30 cm!	31 cm!	32 cm!	
12mm!	13mm!	13mm!	14mm!	14mm!	14mm!	15mm!	15mm!	16mm!	
33 cm!	34 cm!	35 cm!	36 cm!	37 cm!	38 cm!	39 cm!	40 cm!	41 cm!	
16mm!	16mm!	17mm!	17mm!	18mm!	18mm!	18mm!	19mm!	19mm!	
42 cm!	43 cm!	44 cm!	45 cm!	46 cm!	47 cm!	48 cm!	49 cm!	50 cm!	
20mm!	20mm!	21mm!	21mm!	21mm!	22mm!	22mm!	22mm!	23mm!	
51 cm!	52 cm!	53 cm!	54 cm!	55 cm!	56 cm!	57 cm!	58 cm!	59 cm!	
23mm!	24mm!	24mm!	25mm!	25mm!	25mm!	26mm!	26mm!	27mm!	
60 cm!	61 cm!	62 cm!	63 cm!	64 cm!	65 cm!	66 cm!	67 cm!	68 cm!	
27mm!	27mm!	28mm!	28mm!	29mm!	29mm!	29mm!	30mm!	30mm!	
69 cm!	70 cm!	71 cm!	72 cm!	73 cm!	74 cm!	75 cm!	76 cm!	77 cm!	
31mm!	31mm!	31mm!	32mm!	32mm!	33mm!	33mm!	33mm!	34mm!	
78 cm!	79 cm!	80 cm!	81 cm!	82 cm!	83 cm!	84 cm!	85 cm!	86 cm!	
34mm!	35mm!	35mm!	36mm!	36mm!	36mm!	37mm!	37mm!	38mm!	
87 cm!	88 cm!	89 cm!	90 cm!	91 cm!	92 cm!	93 cm!	94 cm!	95 cm!	
38mm!	38mm!	39mm!	39mm!	40mm!	40mm!	40mm!	41mm!	41mm!	

- **Měření bez kůry**

Tento způsob se pro problematiku odečtu kůry jeví jako nejlepší, jelikož je měření umístěno až za odkorňovačem a žádný odečet není potřeba. Objem kulatiny se vypočítá taktéž Huberovou metodou: (Hunková 2011)

$$V_{bk} = \frac{d_{bk}^2 * \pi * l}{40\,000}$$

V_{bk} = objem kulatiny bez kůry v [m³]

d_{bk} = středová tloušťka výřezu měřená bez kůry v [cm]

l = délka výřezu v [m]

3.3.4.4 Zaokrouhlování

Snímání výřezů je s přesností na milimetry, ale přejímka a následné zatřídění se provádí v mm. Z tohoto důvodu je nutné desetinná místa (milimetry) zaokrouhlit na celá

čísla (centimetry). V zásadě se jedná o dva postupy. První postup zaokrouhluje dle matematických pravidel, tedy $<0,5$ se zaokrouhluje směrem dolů a $\geq 0,5$ se zaokrouhluje nahoru. Druhý rozšířenější postup je takový, že se desetinné místo neuvažuje a berou se pro výpočet pouze celé naměřené centimetry. Kde se používá jaká metoda je popsáno v kapitole 3.4.

3.4 Pravidla pro měření výřezů a výpočet jejich objemu

Objem se nejčastěji počítá jako objem válce, přičemž jeho průměr je středová tloušťka výřezu bez kůry a jeho jmenovitá délka (bez nadměrků). Na výpočet má vliv velké množství faktorů, jako je výběr, filtrace, vyhlazování, odečet kůry a zaokrouhlování. Pro výpočet se také používá velké množství různých způsobů výpočtu, proto může docházet k mírným odchýlkám ve výsledném objemu. (Janák 2008)

3.4.1 Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008

Je nutné vykonávat přejímku ve stavu suroviny, ve kterém byla na závod dodána. Před měřením a hodnocením jakosti nejsou povoleny žádné výrobní operace. Povoleno je pouze odkornění a případné odstranění kořenových náběhů. Při dodávkách suroviny ve sdružených délkách je nutné podmínky přejímky nejprve dohodnout s dodavatelem.

Při měření délky výřezu je platná nejkratší délka mezi oběma čely s přesností na 1 cm, tj. celková délka. Jmenovitá délka je pak dána celkovou délkou sníženou o dohodnuté nadměrky a případné srážky na vady a zaokrouhlena směrem dolů na nejbližší stupeň jmenovité délky. Tyto stupně musejí být nejdříve dohodnuty s dodavatelem. Pokud je jmenovitá délka menší, než nejmenší stupeň jmenovité délky, je výřez vrácen dodavateli, nebo je s ním nakládáno dle dohody. Přídavek ke jmenovité délce výřezu jsou standardně 2% její délky. Jiné nadměrky mohou být stanoveny dohodou s dodavatelem.

Tloušťka výřezů se měří na čepu, ve středu a je-li nutné, tak i na patě. Při elektronickém měření se měří tloušťka ve dvou na sebe kolmých směrech ve všech měřících místech, které jsou zpravidla po 10 cm délky výřezu. Výsledná středová tloušťka se poté vyhodnotí z nejméně dvou bodů měření v rámci úseku dlouhého 20 cm, v jehož středu se nachází střed jmenovité délky výřezu stanovené po všech srážkách a měřeného od silnějšího čela kusu. Na těchto dvou bodech získáme 4 hodnoty tloušťky

výřezu (dvě měření ve dvou směrech), jejichž aritmetický průměr je výsledná středová tloušťka výřezu. Tu vyjadřujeme v celých centimetrech tak, že se údaje za desetinou čárkou neuvažují. Odchylka místa, ve kterém je stanovena středová tloušťka je max. 5 cm od středu jmenovité délky výřezu.

$$D_S = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}{4}$$

D_S = středová tloušťka

d = naměřené hodnoty

Odečet kůry se u elektronické přejímky provádí odečtem dvojnásobné tloušťky kůry v mm od středové tloušťky výřezu. Odečet se provádí v mm a středová tloušťka výřezu bez kůry je také udávána v milimetrech. Výpočet je dle rovnice:

$$2k = p_0 + p_1 * d_{sk}^{p_2}$$

k = tloušťka kůry v cm

d_{sk} = tloušťka výřezu měřená v kůře

p_0 až p_2 = parametry funkce závislosti tloušťky kůry na tloušťce výřezu

Výpočet objemu pak vyjadřuje vzorec:

$$V_{bk} = \frac{\pi}{4} * (d_{sk} - 2k)^2 * l * 10^{-4}$$

V_{bk} = objem bez kůry v [m³]

d_{sk} = středová tloušťka měřená v kůře v [cm]

k = tloušťka kůry v [cm]

l = délka výřezu v [m]

3.4.2 Přejímací podmínky MAYR – MELNHOF HOLZ PASKOV s.r.o.

Měření tloušťky se provádí pomocí 3D měření. Pro výpočet objemu se měří středová tloušťka tak, že se změří výřez ve 20 bodech po 1 cm v jeho středu (10 měření na

každou stranu od středu kmene). V každém měřicím místě jsou změřeny tloušťky d_1 a d_2 , které jsou na sebe navzájem kolmé. Hodnoty jsou měřeny v mm a převod na cm se provádí osekáním desetinného místa dolů. Jelikož u 3D měření vznikne v jednom měřicím místě 90 párů změřených tloušťek, pro výpočet tloušťky výřezu v daném místě měření se uvažuje pár tloušťek, jejichž aritmetický průměr je nejmenší. Celkový objem se poté stanoví z nejmenší hodnoty tloušťky, z dvaceti měřených míst.

$$D_{střed} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$V = \frac{DM * \pi * L}{4}$$

L = jmenovitá délka výřezu

DM = nejmenší tloušťka z 20 měřicích míst

Srážky na kůru se provádějí pomocí centimetrových Peintingerových tabulek.

Tab. 3 Centimetrové peintingerovy tabulky (MAYR – MELNHOF HOLZ PASKOV 2016)

průměr v kůře (mm)	Peintinger
	srážka na kůru (mm)
120	10
130	10
140	10
150	10
160	10
170	10
180	10
190	10
200	10
210	10
220	10
230	10
240	10
250	10
260	10
270	10
280	10
290	10
300	20
310	20
320	20
330	20
340	20
350	20
360	20
370	20
380	20
390	20
400	20
410	20
420	20
430	20
440	20
450	20
460	20
470	20
480	20
490	20
500	20

3.4.3 Přejímací podmínky Stora-Enso WP Ždírec s.r.o.

Přejímka dříví je prováděna pomocí 3D měření, které v každém měřeném místě sejme nejmenší dvě na sebe kolmé tloušťky výřezu. Výpočet objemu výřezu se pak provádí podle Doporučených pravidel (kap. 3.4.1.), nebo podle rakouské normy ONORM L 1021 (kap. 3.4.8.) dle dohody se zákazníkem (Lukas 2016).

Rozdíl od Doporučených pravidel a rakouské normy je v odečtu kůry. Ten se provádí pomocí centimetrových Peintingerových tabulek (Tab. 3) (Stora-Enso 2016)

3.4.4 Kubírování dřeva dle ČSN 48 0007

Tato norma obsahuje pouze tabulky závislostí objemu výřezů na středové tloušťce výřezu. Ta je měřena bez kůry a výsledný objem je též bez kůry. Tabulky nezohledňují různé dřeviny, tím vzniká předpoklad pro jejich nepřesnost. Tloušťky jsou stanovené po odstupech 1 cm. Desetinná místa se zaokrouhlují dle matematických pravidel, tedy $< 0,4$ se zaokrouhluje dolů a $\geq 0,5$ se zaokrouhluje nahoru. Postup měření je dle normy ČSN 48 0050. Hodnoty byly vypočítány dle vzorce:

$$V = 0,7854 * L * D^2$$

V = objem

L = délka výřezu

D = středová tloušťka výřezu

3.4.5 Kubírování dřeva dle ČSN 48 0008

Tato norma obsahuje tabulky závislosti objemu měřených výřezů na čepové tloušťce výřezu. Měření musí probíhat na odzrněném výřezu. Tyto tabulky byly sestaveny z nutnosti měření suroviny, u které nebylo možné změřit středovou tloušťku. U této normy platí zaokrouhlování na celé centimetry dle matematických pravidel. Měření je prováděno dle normy ČSN 48 0050. K měření je povoleno použití pravítka s půlcentimetrovým dělením.

3.4.6 Kubírování dřeva dle ČSN 48 0009

Tato norma obsahuje tabulky hodnot objemu výřezů v závislosti na jejich středové tloušťce. Měřené středové tloušťky jsou v kůře, nýbrž výsledný objem je bez kůry. Opravný koeficient byl zahrnut při sestavování tabulek. Tabulky zohledňují různé druhy dřevin a členění je na skupiny:

- I. Smrk (včetně jedle)
- II. Borovice (včetně vejmutovky, modřínu a douglasky)
- III. Borovice (tato tabulka platí pro výřezy z bazální části 5 m, jejich povrch je souvisle pokryt borkou a výřezů delších, pokud jejich středová tloušťka je 60 cm a více.

IV. Buk (včetně javoru, habru, jeřábu, lípy, osiky, platanu, švestky, třešně, hrušně a jabloně)

V. Dub (včetně jilmu, jasanu, akátu, břízy, jírovce, olše, ořešáku a vrby)

Měření se provádí dle ČSN 48 0050. Zaokrouhlování na celé centimetry je podle matematických pravidel. Objemy byly vypočítány dle vzorce jako ČSN 48 0007

3.4.7 Kubírování dřeva dle ČSN 48 0050

Tloušťka se měří uprostřed, na čele, nebo na čepu. Při automatizovaném měření se jako středová tloušťka počítá aritmetický průměr ze všech ekvidistantních měření ve dvou směrech na sebe kolmých po celé délce kmene. Měří se v milimetrech jako délka paprsku procházejícího v místě měření kolmo na podélnou osu kmene (výřezu). Zaokrouhlování na celé centimetry probíhá dle matematických pravidel. Délka se měří jako nejkratší vzdálenost mezi čely výřezu v centimetrových krocích. Přídavky k délce se nezapočítávají. Je-li zásek vyšší, než 0,05 m započítává se do délky jen polovina jeho výšky, nejvíce však 0,05 m. Výsledný objem výřezu se poté stanoví dle ČSN 0007, pokud měříme bez kůry, nebo podle ČSN 48 009, měříme li v kůře. Pokud je kůra v místě měření odpadlá, je nutné jí k naměřené tloušťce připočítat. Výsledný objem se vždy stanoví bez kůry s přesností na 0,01 m³.

3.4.8 Kubírování dřeva dle ONORM L 1021

Celková délka výřezu je měřena jako nejkratší vzdálenost mezi oběma čely výřezu s přesností na 1 cm. Jmenovitá délka výřezu je rovna celkové délce výřezu bez nadměrků a snížena na nejbližší možnou jmenovitou délku. Středová tloušťka výřezu je měřena minimálně ve dvou místech, a to ve dvou na sebe kolmých směrech. Tyto místa musí být orientovány od sebe v různém směru od středu výřezu, přičemž je povoleno, aby se měřený střed od skutečného vychyloval maximálně 5 cm. V každém měřicím místě se vypočítá aritmetický průměr z obou směrů měření a výsledná středová tloušťka je pak nejmenší takto získaná hodnota. Tato norma dovoluje ponechat tloušťku v milimetrech, nebo ji zaokrouhlit směrem dolů. Objem výřezu se pak stanoví jako:

$$V = \frac{\pi * d_{st}^2}{40\ 000} * l_j$$

V = objem výřezu

d_{st} = středová tloušťka

l_j = jmenovitá délka

3.4.9 Kubírování dřeva dle Rahmenvereinbarung für die Werksvermessung von Stamholz

Celková délka výřezu je měřena jako nejkratší vzdálenost mezi oběma čely výřezu s přesností na 1 cm. Jmenovitá délka výřezu je rovna celkové délce výřezu bez odečtených nadměrků, snižená na nejbližší nižší jmenovitou délku. Tloušťka výřezu se měří v ekvidistantních vzdálenostech nižších než 25 cm ve dvou na sebe kolmých směrech. Středová tloušťka se měří ve středu ve dvou na sebe kolmých směrech, přičemž není-li možné tyto hodnoty správně naměřit, jako výsledná hodnota se bere měření od středu blíže k patě výřezu. Výřezy se středovou tloušťkou nižší než 20 cm se měří s přesností na milimetry, v kterých se pro výpočet ponechávají. Na centimetry se zaokrouhlují až po zprůměrování obou měřených směrů a to vždy směrem dolů. U výřezů o středové tloušťce větší než 20 cm se naměřené tloušťky zaokrouhlují vždy směrem dolů a jejich výsledný aritmetický průměr se také zaokrouhluje směrem dolů. Výsledný objem se vypočítá jako objem válce o průměru rovném středové tloušťce výřezu a délce rovné jmenovité délce výřezu - stejně jako u ONORM L 1021.

4 METODIKA

4.1 Výběr referenční metody

Jedním z nejdůležitějších úkonů při výzkumu je zvolení adekvátní referenční metody, se kterou budou naměřené výsledky harvestorem porovnány a od které budou vypočítány odchylky. Pro tento účel se jeví jako vhodná referenční metoda měření pomocí 2D rámu při měření již odkorněných výřezů. Toto měření pracuje na podobném principu, jako měřicí systém harvestoru a nemá tendenci snižovat naměřený objem, jako 3D měření. Tato metoda je v praxi velmi rozšířená a odzkoušená. Další výhodou této referenční metody je stanovení objemu výřezů bez odečtu kůry, čímž se stává jednou z nejpřesnějších metod. Na druhou stranu dochází v dnešní době ke sporu mezi dodavateli a zpracovateli dříví pro nemalé rozdíly při měření právě těmito dvěma metodami. Proto je dobré při vyhodnocování výsledků uvést jako informační hodnotu i výsledek z klasického ručního měření.

Pro zjištění správnosti odečtu kůry u harvestorových technologií bude použito srovnání srážkové metody pomocí Tabulek a polynomů pro výpočet objemu kulatiny bez kůry dle středové tloušťky měřené v kůře (více v kap. 3.3.4.3), které uvádějí Doporučená pravidla 2008.

4.2 Výběr stromů

Pro získání objektivních a přesných výsledků je nutné vybrat ideální stromy, které nevykazují žádné růstové vady. Těmi jsou například velká křivost kmene, boulovitost, eliptický průřez kmene, vysoká sbíhavost, chybějící vršek stromu, nebo rozdvojený strom. Tímto výběrem odstraníme případné extrémní hodnoty, které by výrazně zkreslovaly výsledky.



Obr. 5 Výběr stromu před zpracováním (Zemánek, vlastní foto 2016)

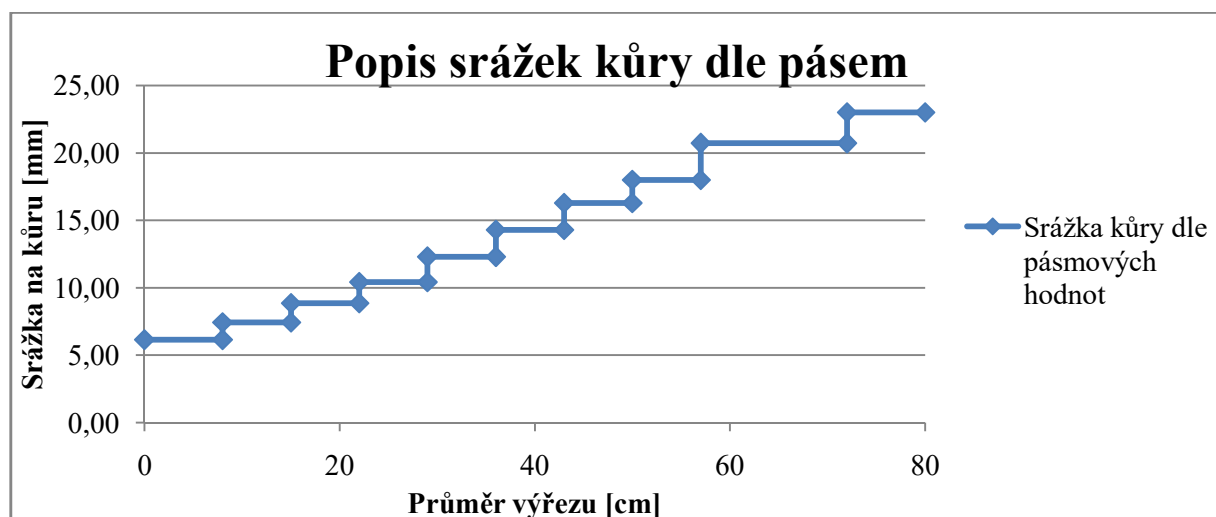
4.3 Měření stromu harvestorem

Strom bude zpracován strojem John Deere s měřicím systémem Timbermatic. Výřezy jsou měřeny jako kulatina, tedy dle středové tloušťky ve dvou na sebe kolmých směrech a ve jmenovité délce bez uvažování nadměrku. Ze dvou na sebe kolmých tloušťek je následně vypočítán jejich aritmetický průměr, od kterého je odečtena srážka na kůru. Tato hodnota je před výpočtem ještě zaokrouhlena na celé centimetry směrem dolů. Celkový objem je stanoven dle objemového vzorce číslo 6 dle systému StanForD. Tento vzorec vypočítává objem výřezů dle standardního Huberova vzorce, který je zakotven v Doporučených pravidlech pro měření a třídění dříví.

Odečet kůry je použit dle pásmových hodnot, které jsou v systému harvestoru zadány výrobcem stroje.

Tab. 4 Rozdělení tloušťkových pásem pro srážku kůry v měřícím systému Harvestoru (Zemánek 2017)

Hranice tloušťkových tříd	Srážka na kůru
mm	mm
0	6,14
80	7,43
150	8,86
220	10,43
290	12,29
360	14,29
430	16,29
500	18,00
570	20,71
720	23,00



Obr. 6 Grafické znázornění tloušťkových pásem harvestoru pro srážku kůry (Zemánek 2017)



Obr. 7 Zpracování stromu harvestorem (Zemánek, vlastní foto 2016)

4.4 Ruční měření

Ruční měření tloušťky bude provedeno pomocí kalibrované průměrky ve středu výřezu ve dvou na sebe kolmých směrech. Z nich je spočítán aritmetický průměr a výsledná hodnota je zaokrouhlena na celé centimetry směrem dolů.

Délka je měřena pomocí kalibrovaného pásma v celé délce výřezu, ovšem pro výpočet je uvažována pouze jmenovitá délka.

Srážka na kůru se provádí dle standardního vzorce dle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví:

$$2k = p_0 + p_1 * d_{sk}^{p_2}$$

k = tloušťka kůry v [cm]

d_{sk} = středová tloušťka výřezu měřená v kůře v [cm]

p_0 až p_2 = parametry funkce závislosti tloušťky kůry na tloušťce výřezu

Výsledný objem je poté vypočítán pomocí Huberova vzorce:

$$V = 0,7854 * L * D^2$$

V = objem

L = délka výřezu

D = středová tloušťka výřezu

4.5 Změření výřezů 2D měřícím rámem na pile

Výřezy budou změřeny pomocí 2D měřícího rámu od firmy Eltes. Měření výřezů bude probíhat v odkorněném stavu. Diodové snímače jsou v tomto měření umístěny ve dvou na sebe kolmých směrech a to svisle a vodorovně. Samotné snímání středové tloušťky se řídí podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví. Měření probíhá po celé délce výřezu v kroku, který technologie dovoluje, avšak středová tloušťka je vypočítána z měření ve dvou bodech, které jsou v rámci úseku 20 cm, jehož střed je totožný se středem výřezu, avšak tyto měřené body nesmějí být od středu vzdáleny více než 5 cm. Výsledný aritmetický průměr se zaokrouhluje na celé centimetry směrem dolů.

$$D_S = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}{4}$$

D_S = středová tloušťka

d = naměřené hodnoty

Výsledný objem je pak vypočítán takto:

$$V_{bk} = \frac{\pi}{4} * d_{bk}^2 * l * 10^{-4}$$

V_{bk} = objem bez kůry v [m^3]

D_{bk} = středová tloušťka v [cm]

l = délka výřezu v [m]



Obr. 8 Foto měřicího rámu Eltes (Zemánek, vlastní foto 2016)



Obr. 9 Foto napadeného výřezu kůrovcem před odkorněním (Zemánek, vlastní foto 2016)

4.6 Zpracování terénních měření

Po získání všech dat v terénu bude nutné zpracovat přehledné tabulky, podle kterých bude možné porovnat jednotlivé hodnoty naměřené vybranými metodami. Tato tabulka by měla být zpracována tak, aby na jednom řádku byl popisován pouze jeden výřez. Pro celkovou představu porovnávaného objemu je nutné provést součet všech hodnot.

Jelikož dojde kvůli časové náročnosti ke dvěma terénním měřením, bude nutné je od sebe oddělit a výsledky komentovat jednotlivě z důvodu možného výskytu odlišných podmínek měření.

4.7 Analýza možných odchylek

Pro stanovení opravného koeficientu ve výpočetním algoritmu je nutné rozdělit si případné odchylky na mechanické (chyby ve snímání rozměrů) a výpočetní (rozdíly ve výpočtech objemů výřezů).

4.7.1 Mechanické odchylky

Předpokládá se, že se vyskytnou při měření harvestorem chyby měření a tím i odchylky od referenčního měření 2D měřicím rámem. Tyto chyby by mohly nastat při prokluzu měřicího kolečka délky, popřípadě při špatném nastavení potenciometrů na odvětvovacích nožích snímajících tloušťky výřezů. Tyto odchylky je pro správné zjištění odchylek ve výpočetním algoritmu odfiltrovat, aby nedocházelo k extrémnímu zkreslení dat.

4.7.2 Výpočetní odchylky

Tyto odchylky jsou přímo zakotveny ve výpočetním algoritmu harvestoru a na pile u 2D měřicího rámu. Patří sem zejména výpočetní algoritmus pro objem výřezu a metoda srážky kůry. Tyto ukazatele bude nutné důsledně podrobit porovnání, na jehož základě bude případně možné stanovit jejich odchylku.

4.8 Stanovení opravného koeficientu ve výpočetním algoritmu

Pro stanovení opravného koeficientu ve výpočetním vzorci musíme nejprve oddělit takové výřezy, jejichž odchylky byly způsobeny mechanickými vlivy (kap. 4.6.2.1). Pokud by k tomuto kroku nedošlo, pak by byly výsledné hodnoty zkreslené a výsledek by nepopisoval skutečnost.

Po odstranění výše popsaných výřezů porovnáme zjištěné hodnoty objemů u jednotlivých výřezů. Tímto krokem stanovíme reálnou velikost odchylek mezi měřeními pomocí harvestoru a referenční metodou.

Dále je nutné porovnat výpočetní vzorce objemu u harvestoru a u měření na pile pomocí 2D rámu. Po tomto úkonu (porovnání kap. 4.3 a kap. 4.5) lze zjistit, že se tyto vzorce shodují a tím v nich nelze hledat případnou příčinu rozdílných hodnot při stanovení objemu harvestorem a 2D měřícím rámem.

Podrobit porovnání bude nutné také jednotlivé postupy srážky kůry. Především postup u harvestoru. Ke srovnání nám s výhodou poslouží postup uvedený v Doporučených pravidlech používající hodnoty třech stanovených parametrů. Tento postup je obecně uznáván jako velmi přesný a lze ho tedy využít jako referenční metodu při tomto úkonu.

5 ŘEŠENÍ

5.1 Hodnoty získané z terénních měření

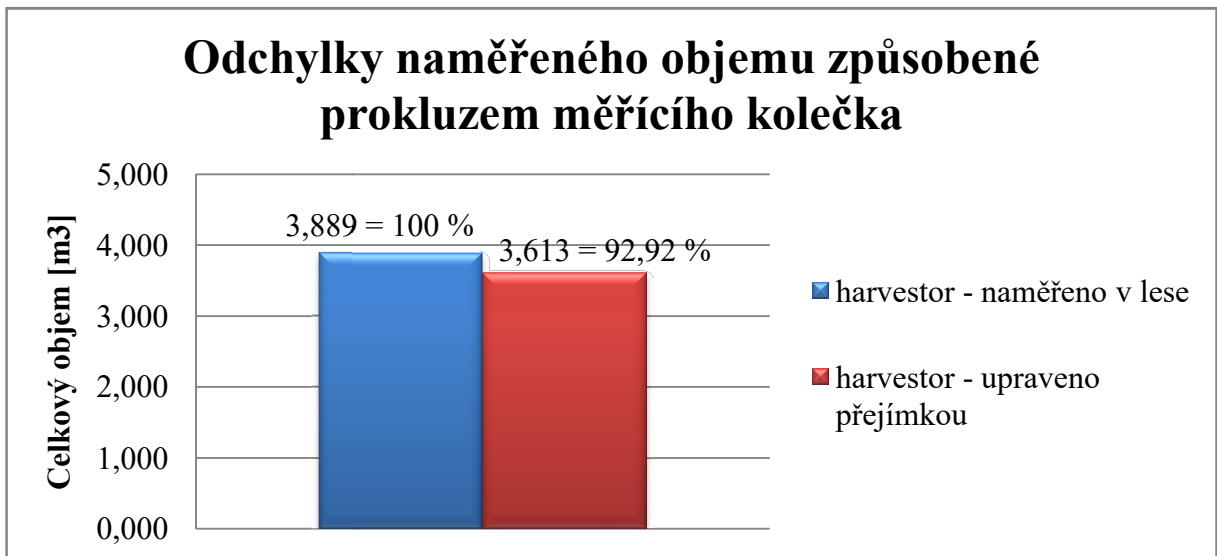
Tab. 5 Hodnoty získané z terénního měření část 1

Naměřené hodnoty část 1								
	číslo výřezu	2D měření harvestorem			2D měření bez kůry			odchylka [m ³]
		délka [m]	tloušťka bk [cm]	objem bk [m ³]	délka [m]	tloušťka bk [cm]	objem bk [m ³]	
2016	1	4	34	0,359	3	35	0,290	0,069
	2	4	30	0,282	4	32	0,320	-0,038
	3	4	29	0,264	4	29	0,260	0,004
	4	4	26	0,212	4	27	0,230	-0,018
	5	4	23	0,166	4	22	0,150	0,016
	6	4	19	0,108	3	18	0,080	0,028
	7	4	41	0,534	3	40	0,380	0,154
	8	4	33	0,342	4	36	0,410	-0,068
	9	4	30	0,282	4	31	0,300	-0,018
	10	4	27	0,229	4	28	0,250	-0,021
	11	4	23	0,166	4	24	0,180	-0,014
	12	4	18	0,104	3	18	0,080	0,024
	13	4	29	0,264	4	31	0,300	-0,036
	14	4	27	0,229	4	28	0,250	-0,021
	15	4	25	0,196	4	26	0,210	-0,014
	16	4	22	0,152	4	21	0,140	0,012
	SUMA 2016		324	2,784		335	3,000	-0,216
2017	17	4	32	0,321	4	33	0,340	-0,019
	18	4	30	0,282	4	31	0,304	-0,022
	19	4	27	0,229	4	27	0,232	-0,003
	20	4	23	0,166	4	21	0,136	0,030
	21	4	31	0,301	4	31	0,300	0,001
	22	4	29	0,264	4	30	0,280	-0,016
	23	4	27	0,229	4	26	0,216	0,013
	24	4	22	0,152	4	21	0,136	0,016
	25	4	37	0,430	4	37	0,430	0,000
	26	4	33	0,342	4	33	0,344	-0,002
	27	4	28	0,246	4	28	0,248	-0,002
	28	4	20	0,125	4	19	0,110	0,015
	SUMA 2017		339	3,086		337	3,076	0,010
	SUMA		663	5,870		672	6,076	-0,206

Tab. 6 Hodnoty získané z terénního měření část 2

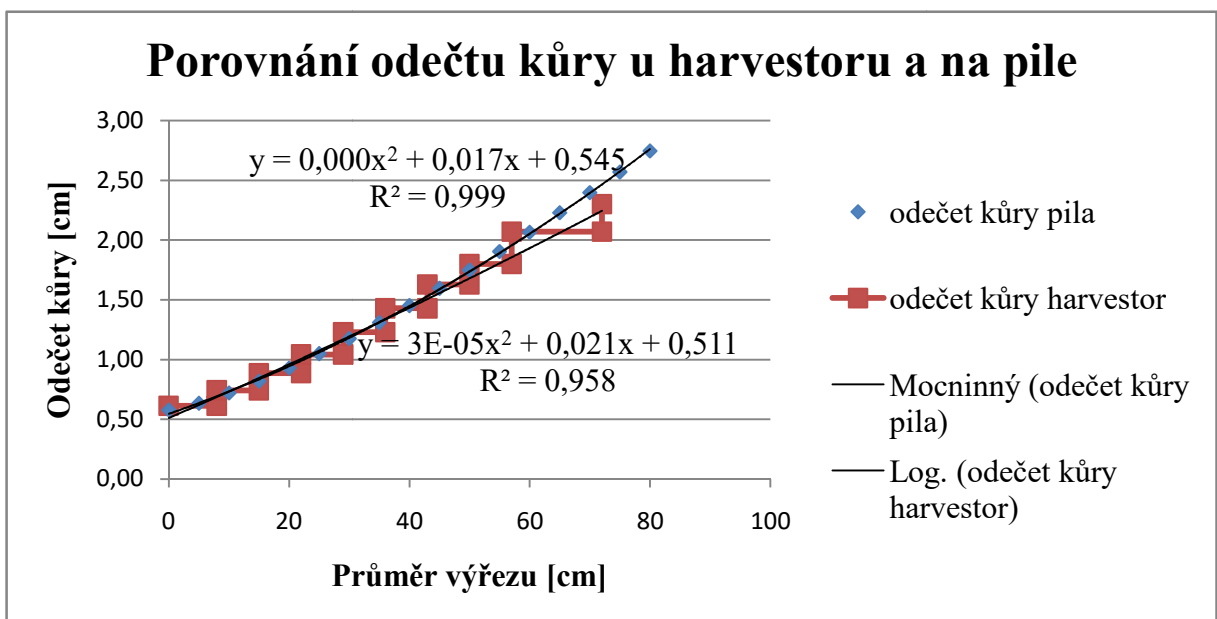
Naměřené hodnoty část 2								
2D měření v kůře			ruční měření v kůře			ruční měření bez kůry		
délka [m]	tloušťka vk [cm]	objem bk [m ³]	délka [m]	tloušťka vk [cm]	objem bk [m ³]	délka [m]	tloušťka bk [cm]	objem bk [m ³]
4	35	0,355	4	36,0	0,377	4	35,0	0,385
4	32	0,296	4	34,0	0,336	4	33,0	0,342
4	30	0,261	4	31,0	0,279	4	30,0	0,283
4	27	0,211	4	27,0	0,211	4	27,0	0,229
4	22	0,139	4	23,0	0,152	4	23,0	0,166
3	18	0,069	4	18,0	0,092	4	18,0	0,102
3	42	0,387	4	42,0	0,515	4	42,0	0,554
4	36	0,376	4	36,0	0,377	4	36,0	0,407
4	31	0,277	4	32,0	0,297	4	31,0	0,302
4	30	0,261	4	29,0	0,244	4	28,0	0,246
4	24	0,165	4	24,0	0,166	4	23,0	0,166
3	20	0,086	4	19,0	0,103	4	18,0	0,102
4	33	0,316	4	32,0	0,297	4	30,0	0,283
4	33	0,316	4	29,0	0,244	4	27,0	0,229
4	28	0,226	4	27,0	0,211	4	25,0	0,196
3	22	0,139	4	23,0	0,152	4	21,0	0,139
	348	2,983		347	2,96647		334	2,988
4	36	0,376	4	34,0	0,336	4	33,0	0,342
4	32	0,296	4	31,0	0,279	4	31,0	0,302
4	29	0,243	4	28,0	0,227	4	27,0	0,229
4	24	0,165	4	23,0	0,152	4	22,0	0,152
4	34	0,336	4	33,0	0,317	4	32,0	0,322
4	32	0,296	4	31,0	0,279	4	29,0	0,264
4	27	0,211	4	28,0	0,227	4	26,0	0,212
4	22	0,139	4	21,0	0,126	4	20,0	0,126
4	39	0,442	4	39,0	0,444	4	38,0	0,454
4	36	0,376	4	36,0	0,377	4	34,0	0,363
4	30	0,280	4	30,0	0,261	4	29,0	0,264
4	23	0,152	4	21,0	0,126	4	21,0	0,139
	364	3,312		355	3,151		342	3,169
	712	6,295		702	6,118		676	6,157

5.2 Stanovení mechanických odchylek



Obr. 10 Graf hodnot naměřených harvestorem a upravených hodnot po elektronické přejímce

5.3 Stanovení odchylek odpočtu kůry u harvestoru a u 2D měření



Obr. 11 Graf metod odečtu kůry u harvestoru a u elektronické přejímky

Tab. 7 Tabulka hodnot odečtu kůry u harvestoru a elektronické přejímky v tloušťkách pilařských sortimentů

Tabulka porovnání různých způsobů odečtů kůry			
Tloušťka [cm]	Odečet kůry pila [cm]	Odečet kůry harvestor [cm]	Rozdíl mezi harvestorem a pilou [cm]
15	0,89	0,82	0,07
16	0,89	0,84	0,05
17	0,89	0,86	0,02
18	0,89	0,88	0,00
19	0,89	0,91	-0,02
20	0,89	0,93	-0,04
21	0,89	0,95	-0,07
22	1,04	0,98	0,07
23	1,04	1,00	0,04
24	1,04	1,02	0,02
25	1,04	1,05	-0,01
26	1,04	1,07	-0,03
27	1,04	1,10	-0,06
28	1,04	1,12	-0,08
29	1,23	1,15	0,08
30	1,23	1,18	0,05
31	1,23	1,20	0,03
32	1,23	1,23	0,00
33	1,23	1,26	-0,03
34	1,23	1,28	-0,05
35	1,23	1,31	-0,08
36	1,43	1,34	0,09
37	1,43	1,37	0,06
38	1,43	1,39	0,04
39	1,43	1,42	0,01
40	1,43	1,45	-0,02
41	1,43	1,48	-0,05
42	1,43	1,51	-0,08
43	1,43	1,54	-0,11
44	1,63	1,57	0,06
45	1,63	1,60	0,03
Aritmetický průměr			0,00

6 DISKUZE

Po zpracování údajů a následném porovnání hodnot získaných harvestorem a referenční metodou měřením 2D rámem se vyskytly značné rozdíly v objemu u některých výřezů. Tyto rozdíly se ovšem vyskytly pouze u terénního měření, které proběhlo v roce 2016, a zpracovávaly se v něm kmeny, které byly značně napadené kůrovcem. Tyto rozdíly mohly být způsobeny nárazem při pádu stromu s poškozenou kůrou od kůrovce a především následný posuv kmene s přtlakem odvětvovacích nožů. To mohlo způsobit, že kůra kvůli napadení hmyzem z kmene odpadávala. Měřicí systém harvestoru ovšem pracoval standardně a tudíž od sejmutých dat tlouštěk odečítal ještě srážku na kůru, přičemž na zpracovávaném kmenu kůra patrně chyběla. Tímto způsobená ztráta při měření harvestorem činí u měření v roce 2016 $0,216\text{m}^3$ z celkového objemu 3m^3 , což je 7,2 %. Chybějící kůru na výřezech potvrdilo i měření 2D měřicím rámem před odkorněním, které srážky na kůru uplatňovalo také a tím podhodnocovalo zpracovávané výřezy. Toto tvrzení potvrzuje i porovnání naměřených tlouštěk výřezů, kde hodnoty u měření 2D rámem již v odkorněném stavu výřezů vykazuje nejvyšší hodnoty (pozn. hodnoty u měření 2D rámem v kůře zobrazují velikost tloušťky výřezů i s kůrou).

U terénního měření v roce 2016 se vyskytl i další problém, pravděpodobně způsobený napadením stromů kůrovcem. Po zpracování a změření kmenů harvestorem v lese byly výřezy dopraveny k elektronické přejímce na pilu, kde bylo zjištěno, že některé výřezy nemají dostatečnou délku k tomu, aby z nich bylo možné vyrábět řezivo v odpovídající jmenovité délce a musely být zařazeny do výřezů o metr kratší. Domnívám se, že důvodem této chyby by mohla být opět uvolněná kůra na povrchu zpracovávaného kmene, která odpadla při měření délky pod měřicím kolečkem, čímž došlo k jeho prokluzu a zaznamenání větší délky výřezu, než která byla skutečná. Touto chybou došlo ke ztrátám $0,276\text{m}^3$, tedy 7,08 %.

U terénního měření v roce 2017 byly zpracovávány zdravé kmeny z mýtní těžby a výše popsané problémy se zde nevyskytly. Při porovnání průměrných hodnot naměřených tlouštěk a objemů se vyskytují pouze velmi malé odchylky o velikosti 0,3 %. Při porovnání odchylek u jednotlivých výřezů je patrné, že její hodnota značně kolísá v kladných i záporných číslech. To je dáno metodou odečtu kůry u harvestoru, která pracuje na principu pásmových hodnot. V grafickém vyjádření tato metoda zobrazuje pomyslné schody (viz. Obr. 11). Tím dochází u jedné části výřezů ke

správnému odečtu kůry a u druhé části buď k malému, nebo naopak k velkému odečtu kůry.

Při grafickém porovnání pásmové metody pro odečet kůry u harvestoru a metody dle polynomů uvedené v Doporučených pravidlech zjistíme, že se jednotlivé srážky na kůru u harvestoru odchyľují od referenční metody podobně, jako výsledky naměřené harvestorem a 2D měřícím rámem v odstavci výše. Pokud těmito hodnotami proložíme trendovou křivku o co nejvyšší spolehlivosti, tak je patrné, že se od referenční metody ve stěžejní oblasti pilařských sortimentů téměř neliší. Přesnější Tab. 7 zaměřená na oblast pilařských sortimentů zobrazuje přesné odchylky dle jednotlivých tloušťek. Aritmetický průměr těchto odchylek ve stěžejní oblasti se pak rovná nule. Tím se dá považovat odečet kůry dle pásmových hodnot za přesný a bezproblémový.

7 ZÁVĚR

Naměřené hodnoty pomocí harvestoru a referenční metody vykazovaly za ideálních podmínek velmi podobné, až totožné výsledky což bylo příjemným zjištěním. Větší odchylky se vyskytovaly pouze při zpracování kmenů napadených kůrovcem, kdy na chybě ovšem nebyl výpočetní algoritmus harvestoru, nýbrž kombinace ostatních vlivů (chybějící, nebo odstávající kůra, prokluzování, nebo protáčení měřícího kolečka délky a do jisté míry by se dal označit i vliv operátora harvestoru na zasahování do výpočtu objemu). Tyto vlivy ovšem zapříčinili nemalou odchylku ve výši 14,08 %.

Analýza pásmové metody pro odpočet kůry vykazuje při úvaze jednotlivých tlouštěk odchylky od reálných hodnot, ovšem při celkovém pohledu je naprosto totožná s referenční metodou dle Doporučených pravidel. Proto není problém tuto metodu odečtu kůry použít u velkých zakázek, kde je velmi rozmanité zastoupení tlouštěk výřezů. Naopak při zpracování malých zakázek je možné, že se vyskytnou ve velké míře rozměry, u kterých bude mít tato metoda tendenci nadhodnocovat, nebo podhodnocovat. Z tohoto důvodu by bylo dobré použít jiný postup pro stanovení srážky kůry.

Celkový rozdíl u zpracování kmenů neovlivněných výskytem kůrovce je velmi uspokojivý. Odchylka mezi měřením harvestorem a následnou elektronickou přejímkou je u těchto výřezů pouze 0,3 %. Tento rozdíl není způsoben žádným systematickým vlivem, proto ho lze označit jako vadu měření, která je ovšem přijatelná. Z důvodu naměření totožných výsledků harvestorem a měřením 2D měřícím rámem není možné stanovit opravný koeficient pro výpočetní algoritmus.

Dle této práce lze konstatovat, že měření harvestorů v mýtních těžbách je spolehlivé a přesné. Proto se dá v případě potřeby využít jako náhrada za elektronickou přejímku na zpracovatelských závodech. Problémy nastávají při těžbě kůrovcových kalamit, které v poslední době bohužel stoupají. Zde bylo zjištěno, že celková odchylka se pohybuje až okolo 14% z celkového objemu. Pro potvrzení tohoto výsledku by bylo potřeba provést měření ve větším, statisticky významném, rozsahu. V případě potvrzení těchto odchylek je nutné zvážit použitelnost harvestorové technologie v kůrovcových těžbách, případně se zaměřit na způsoby odstranění těchto odchylek. Těmi by mohlo být důkladné školení operátorů pro kůrovcové těžby, nebo zavedení speciální metody měření a stanovení objemu.

8 SOUHRN (SUMMARY)

The figures which were measured using the reference method and the harvester exhibited in ideal conditions very similar, nearly the same results, which were pleasant findings. Larger deviations occurred only in the processing strains infected by bark beetle, when the error was not however in computational algorithm harvester, but these were combinations of other factors (missing or protruding bark, slipping or spinning of the measuring wheel length and to some extent, an influence of harvester operator who interfere in the calculation of the volume). These effects, however, have caused a considerable deviation in the amount of 14.08%.

Band analysis method for deducting the bark exhibits at the discretion of the individual thickness deviation from the real values, but the overall view is absolutely identical to the reference method in accordance with recommended conditions. Therefore this method of subtraction of bark can be used for large orders, where there is a very diverse representation of log thicknesses. By contrast, when processing small orders, it is possible that there are many large dimensions, which this method will tend to overestimate or underestimate. For this reason it would be good to use a different procedure for determining the reduction of bark.

The total difference in the log processing not affected by the occurrence of bark beetles is very satisfactory. Deviations between measurements harvester and subsequent electronic control is in these logs of only 0.3%. This difference is not due to any systematic effects, therefore it can be marked as a defect in measurement, which is acceptable. Since the results of measurement were identical for harvester and 2D measuring frame, it is not possible to determine the correction factor for computing algorithm.

Based on this work it can be concluded that measurements of harvesters in clearing mine production is reliable and accurate. Therefore, it can be used, if necessary, as a substitute for electronic acceptance in processing plants. Problems arise when extracting of bark beetle calamities that are unfortunately rising recently. Here it was found that the total tolerance ranges up to about 14% of the total volume. To confirm this result it would be necessary to measure larger, statistically significant extent. If these deviations were confirmed it would be necessary to consider the applicability of harvesting technology in the bark beetle felling, or to focus on ways to eliminate these differences.

The solution could be a thorough operator training for mining bark, or the introduction of special methods of measurement and determination of the volume.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

kap. – kapitola

obr. – obrázek

tab. – tabulka

bk – bez kůry

vk – v kůře

10 LITERÁRNÍ PŘEHLED

- [1] GIUDICEANDREA, F., URSELLA, E., VICARIO, E., 2011. A high speed CT scanner for the sawmill industry. In: Proceedings of the 17th international non destructive testing and evaluation of wood symposium, University of West Hungary, Sopron, Hungary. p. 14-16.
- [2] HUNKOVÁ, V., 2011. Faktory ovlivňující přejímku kulatiny při elektronickém měření jejich rozměrů. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 167 s.
- [3] JANÁK, K., 2008. Sklady dřevní suroviny. Brno: MZLU, 113 s.
- [4] JANÁK, K., ONDRÁČEK, K., ŠLEZINGEROVÁ, J., 2006. Příjem dříví: učební text. Brno, MZLU, 127 s.
- [5] JANÁK, K., 2007. Differences in round wood measurements using electronic 2D and 3D systems and standard manual method. Drvna industrija, 58 (3). 127-133.
- [6] JANÁK, K., ONDRÁČEK, K., 2006. Elektronická přejímka dříví. Brno: MZLU, 85 s.
- [7] JANÁK, K., 2012. Round Wood Measurement System. ADVANCED TOPICS IN MEASUREMENTS, 103 – 130.
- [8] JANÁK, K., 2016. Konzultace přes email. Brno, 30. května 2016
- [9] LUKAS, Z., 2016. Konzultace přes email. Ždírec nad Doubravou, 15. června 2016
- [10] OJA, J., et al. 2010. Deciding log grade for payment based on X-ray scanning of logs. In: Proc of the Final Conference of Cost Action E35; The Future of Quality Control for Wood and Wood Products, Edinburgh
- [11] MICROTEC. CT Log [online] citováno 29. června 2016 Dostupné na World Wide Web:< <http://microtec.eu/en/catalogue/products/ctlog/>>.
- [12] NERUDA, J., et al. 2013. Harvesterové technologie lesní těžby. Praha: ASTRON studio, 166s.
- [13] ONDRÁČEK, K., 2001. Produkce dřevní suroviny - cvičení. Brno: MZLU, 99s.
- [14] Pokyny pro obsluhu John Deere TimberMatic H-09., 2012 Finsko: Worldwide Construction And Forestry Division, 263s.
- [15] ROUN, J., 2008. Rozbor současných způsobů výpočtu rozměrů a objemu výřezů, užívaných při elektronické přejímce. Brno: MZLU, 78 s.

- [16] Technické podmínky – Požadavky na pilařskou kulatinu MAYR-MELNHOF HOLZ PASKOV s.r.o. [online] citováno 29. května 2016 Dostupné na World Wide Web:<
http://woodpaskov.com/smlouvy/technicke_podminky_nakupy_kulatiny.pdf>.
- [17] ZEMÁNEK, T., 2017. Konzultace přes email. Brno, 27. března 2017
- [18] ČSN 48 0050: Surové dříví. Základní a společná ustanovení, 1992
- [19] ČSN 48 0007: Tabulky objemu kulatiny podle středové tloušťky, 1959
- [20] ČSN 48 0008: Tabulky objemu výřezů podle čepové tloušťky, 1959
- [21] ČSN 48 0009: Tabulky objemu kulatiny bez kůry podle středové tloušťky měřené v kůře, 1977
- [22] Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR .: platnost od 1.1.2008.. Praha [i.e. Kostelec nad Černými lesy]: Lesnická práce, [2007]
- [23] ÖNorm L 1021: Vermessung von Rundholz, 2006
- [24] Rahmenvereinbarung für die Werksvermessung von Stammholz, 2005

11 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Přepočtové koeficienty vybraných metod předepisujících měření a třídění dřeva (Janák 2012).....	24
Tab. 2 Peintingerovy tabulky (Janák 2016)	27
Tab. 3 Centimetrové peintingerovy tabulky (MAYR – MELNHOF HOLZ PASKOV 2016).....	31
Tab. 4 Rozdělení tloušťkových pásem pro srážku kůru v měřícím systému Harvestoru (Zemánek 2017).....	37
Tab. 5 Hodnoty získané z terénního měření část 1	43
Tab. 6 Hodnoty získané z terénního měření část 2	44
Tab. 7 Tabulka hodnot odečtu kůry u harvestoru a elektronické přejímky v tloušťkách pilařských sortimentů.....	46

12 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Odečet kůry u harvestoru dle pásmových hodnot (Zemánek 2017)	13
Obr. 2 Odečet kůry u harvestoru dle parametrických hodnot (Zemánek 2017).....	14
Obr. 3 Grafické znázornění bodů měření harvestorem (Pokyny pro obsluhu John Deere TimberMatic H-09 2012)	16
Obr. 4 Sjednocený postup elektronické přejímky v ČR (Janák 2012).....	23
Obr. 5 Výběr stromu před zpracováním (Zemánek, vlastní foto 2016).....	36
Obr. 6 Grafické znázornění tloušťkových pásem harvestoru pro srážku kůry (Zemánek 2017).....	37
Obr. 7 Zpracování stromu harvestorem (Zemánek, vlastní foto 2016).....	38
Obr. 8 Foto měřicího rámu Eltes (Zemánek, vlastní foto 2016)	40
Obr. 9 Foto napadeného výřezu kůrovcem před odkorněním (Zemánek, vlastní foto 2016).....	40
Obr. 10 Graf hodnot naměřených harvestorem a upravených hodnot po elektronické přejímce	45
Obr. 11 Graf metod odečtu kůry u harvestoru a u elektronické přejímky	45