

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra hospodářské úpravy lesa



Možnosti využití moderních metod při efektivním zjišťování dendrometrických parametrů lesních porostů v provozních podmínkách nestátních lesních majetků

Diplomová práce

Autor: **Bc. Jakub Hanzlík**

Vedoucí práce: Ing. Vilém Urbánek

2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jakub Hanzlík

Lesní inženýrství

Název práce

Možnosti využití moderních metod při efektivním zjišťování dendrometrických parametrů lesních porostů v provozních podmínkách nestátních lesních majetků

Název anglicky

Modern methods of forestry mensuration and assessments in operational conditions in private forestry properties

Cíle práce

Prozkoumat praktické možnosti praktického využití moderních nástrojů a metod pro zjišťování porostních parametrů v provozních podmínkách nestátního lesního majetku.

Navrhnout a otestovat efektivní metodiku rychlého stanovení vybraných taxačních parametrů lesního porostu pro plánovací, obchodní nebo evidenční účely.

Metodika

Podrobně se seznámit s aktuálním stavem zjišťování porostních zásob v podmínkách konkrétního lesního podniku (majetku).

Navrhnout využití vhodných nástrojů a postupů, založených na moderních elektronických přístrojích a pomůckách (především registračních průměrek, elektronických výškoměrů, terénních počítačů, GPS technologií apod.)

Ve spolupráci s lesnickým provozem vytipovat vhodný lesní porost (porosty) a provést v nich alternativní měření zásob s využitím vhodného vybavení

Na základě vlastních i převzatých poznatků navrhnout vhodnou metodiku, případně úpravy existujícího SW a strukturu datových souborů tak, aby se jejich přispěním zvýšila kvalita rozhodování.

Zhodnotit časovou náročnost a přesnost předkládané metodiky, její přínosy pro řešení praktických požadavků a možnosti, případně úskalí jejího uplatnění v daných podmínkách.

Doporučený rozsah práce

45 stran textu

Klíčová slova

Zjišťování porostních parametrů, elektronické registrační průměrky, měření dříví, podpora rozhodování, terénní sběr dat

Doporučené zdroje informací

Firemní dokumentace k HW a SW Haglöf Sweden AB, Silvi Nova CS, a.s., Forestry Instruments s.r.o. 2013-15

Kuželka, K., kol.: MĚŘENÍ LESA Moderní metody sběru a zpracování dat. ČZU v Praze, Praha 2014. 164s. ISBN 978-80-213-2498-5

Laar, Anthony van., Akca, Alparslan.: Forest Mensuration, Springer, 2007. ISBN 978-1-4020-5991-9

Marušák, R., Urbánek, V., Šebeň, V.: Dendrometrické přístroje a pomocky pre efektívne meranie lesa. Národné lesnícke centrum, Zvolen 2009. ISBN 978 – 80 – 8093 – 097 – 4, 98s.

Šmelko, Š. : Dendrometria. TU Zvolen, 2000. 399s. ISBN 80 – 228 – 0962- 4

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Vilém Urbánek

Garantující pracoviště

Katedra hospodářské úpravy lesů

Elektronicky schváleno dne 1. 4. 2015

Ing. Peter Surový, PhD.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 10. 2015

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 15. 04. 2016

Prohlášení

"Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Možnosti využití moderních metod při efektivním zjišťování dendrometrických parametrů lesních porostů v provozních podmínkách nestátních lesních majetků** vypracoval samostatně pod vedením Ing. Viléma Urbánka a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V Praze, dne 10. dubna 2016

Bc. Jakub Hanzlík

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Vilému Urbánkovi, za cenné rady, připomínky a poznámky pro vytvoření práce. Dále pak zaměstnancům společnosti Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o. za jejich vstřícný přístup při konzultacích a sběru dat.

Abstrakt

V této práci je popsáno praktické využití moderních přístrojů pro taxaci lesních porostů v podmínkách nestátních majetků. Ve spolupráci s konkrétní firmou Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o. na majetku polesí Lhota bylo zpracováno několik variant využití moderních přístrojů dle metodiky zadané v cílech práce. Jednalo se především o práci na nahodilých těžbách, na mýtní úmyslné těžbě a při zarovnání porostních stěn, za využití elektronické registrační průměrky, výškoměru a GPS modulu pro terénní měření. Na základě těchto měření byl zpracován návrh na úpravu SW registrační průměrky. V závěru práce byla zhodnocena přesnost, náročnost a další možnosti využití moderních přístrojů.

Klíčová slova: elektronické registrační průměrky, výškoměry, GPS lokátory, sběr a zpracování taxačních dat, nestátní majetky, SW vybavení průměrek.

Abstract

This thesis describes measurements of trees with modern caliper and electronic hypsometer in terms of non-state estates. The methodics was created in cooperation with a company Colloredo-Mannsfeld Ltd. There were mainly the work at salvage logging and how to use modern devices for various work .Further work was to verify the correctness of calculations and upgrades of software in the digital calliper Digi-tech Professional by Haglöf Sweden AB for Czech conditions. Followed by the assessment of the efficiency, reliability and comfort use of modern instruments for detecting supplies of wood.

Key words: digital calipers, electronic hypsometer, measuring and data processing, calculation of the volume of standing trees, non-state estates.

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Rozbor problematiky	3
3.1	Měření dendrometrických veličin pomocí moderních přístrojů.....	3
3.2	Chyby při měření	4
3.2.1	Chyby při měření průměru	5
3.2.2	Chyby při měření výšek	6
3.3	Nové přístroje na trhu	6
3.3.1	Masser Sonar	6
3.3.2	RC3H BT	7
3.3.3	DP II (Digitech Professional II).....	8
3.3.4	Příslušenství	9
3.4	Software používaný v digitálních registračních průměrkách	14
3.4.1	LatinTax.....	14
3.4.2	TIMS CZ	17
3.4.3	ProfiTAX	23
3.4.4	The TimberCruise Suite.....	28
3.4.5	Log Scale Suite	29
3.4.6	Postex.....	29
3.4.7	Skalman.....	30
3.5	Průměrka.cz	30
4	Metodika.....	32
4.1	Základní informace o společnosti	32
4.1.1	Polesí Lhota – úsek Sklená Huť	32
4.2	Výběr porostů	34

4.2.1	Měření porostních zbytků / zarovnání porostních stěn	34
4.2.2	Měření mýtní úmyslné těžby	35
4.3	Přístrojové vybavení	35
4.4	Softwarové vybavení	35
4.5	Měření ploch a vzdáleností pro obnovní činnost.....	35
5	Výsledky.....	37
5.1	Návrh úpravy SW.....	37
5.1.1	Intuitivní navigace	37
5.1.2	Srážky na kůru.....	37
5.1.3	Výpočet zásoby pomocí Československých objemových tabulek	38
5.1.4	Funkce sortimentačních tabulek	39
5.1.5	Funkce automatického oceňování	40
5.2	Výsledky měření	41
5.2.1	Terénní měření	41
5.2.2	Lesní hospodářský plán.....	42
5.2.3	Československé objemové tabulky (ČSOT)	43
5.3	Mapová vizualizace	45
5.3.1	Využití v pěstební činnosti	46
5.4	Možnosti využití moderních metod při efektivním zjišťování dendrometrických parametrů lesních porostů v provozních podmínkách firmy Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o.	47
5.4.1	Návrh moderních přístrojů	47
6	Diskuze	49
7	Závěr	53
8	Literatura	55
	Přílohy	59

Seznam obrázků, tabulek a grafů:

Obrázek 1: Gaussova křivka normálního rozdělení vztahů nahodilé a systematické chyby (ŠMELKO, 2000).....	5
Obrázek 2: Typy chyb měření průměrů dle ŠMELKO (2000)	6
Obrázek 3: Masser Sonar (zdroj: Masser Oy).....	7
Obrázek 4: Masser RC3H BT (zdroj: Masser Oy)	8
Obrázek 5: DP II (zdroj: Forestry Suppliers Inc.).....	9
Obrázek 6: Aligátoří oči na DP II (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU).....	10
Obrázek 7: DP II s GPS modulem (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU)	10
Obrázek 8: DP Postex na terminálu průměrky DP II (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU).....	11
Obrázek 9: DP DME modul terminálu průměrky DP II (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU).....	11
Obrázek 10: Digitech Tape - digitální pásmo (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU).....	12
Obrázek 11: Marktax System (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU)	13
Obrázek 12: Radio Enter Button (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU).....	13
Obrázek 13: Digitech Keyboard (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU).....	14
Obrázek 14: Schéma organizace LatinTax	16
Obrázek 15: Schéma programu TIMS CZ.....	21
Obrázek 16: Schéma menu <i>nastavení</i> programu TIMS CZ	22
Obrázek 17: Schéma organizace ProfiTAX.....	27
Obrázek 18: Možnosti nastavení programu ProfiTAX	27
Obrázek 19: Prostředí programu WinDP.....	28
Tabulka 1: Rozdělení objemů druhů těžeb.....	33
Tabulka 2: Parametry funkce závislosti tloušťky kůry na průměru dle dřeviny	38
Tabulka 3: Vzorce pro výpočet různých typů objemů smrku ztepilého.....	39
Tabulka 4: Tabulka s koeficienty pro smrk ztepilý	39
Tabulka 5: Souhrn Hg, Dg a zásob z terénního měření	41

Tabulka 6: Výsledný objem SM z terénního měření a Československých objemových tabulek.....	44
Tabulka 7: Výsledná zásoba jednotlivých dřevin dle typu měření	44
Graf 1: Grafické zpracování objemů druhů těžeb.....	33
Graf 2: Porovnání dat z LHP a vypočtených z terénního měření	42
Graf 3: Porovnání dat objemu středního kmene dle dat z LHP a výpočtu z měření.....	43
Graf 4: Porovnání výsledků zásoby smrku ztepilého.....	44
Graf 5: Procentuální poměr zásoby pro jednotlivé druhy dřevin a dle typu výpočtu	45

Seznam použitých zkratk

ČSOT – Československé objemové tabulky

ČZU – Česká zemědělská univerzita v Praze

DP – Digitech professional - digitální registrační průměrka společnosti Haglöf Sweden

DPP – Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice 2008 (viz literatura)

GPS – *Global Positioning Systém* (globální polohový systém)

JPRL – jednotka prostorového rozdělení lesa

KHUL – Katedra hospodářské úpravy lesa

LČR – Lesy České Republiky, s. p.

LHC – lesní hospodářský celek

LHE – lesní hospodářská evidence

LHP – lesní hospodářský plán

LOTS - lokální objemové a sortimentační modely

m³ b. k. – metry krychlové bez kůry

m³ s. k. – metry krychlové s kůrou

PUPFL – pozemek určený k plnění funkcí lesa

SW – software

THP – technicko-hospodářský pracovník

TIMS – *Timber Inventory Measurements System* (systém pro měření a evidenci dříví)

USB – *Universal Serial Bus* (univerzální sériová sběrnice)

1 Úvod

Pro dendrometrii a taxaci porostů v dnešním pojetí je potřeba neustále sledovat trendy ve vývoji přístrojů. Digitalizace dat se stala standardem a budoucnost lesnického plánování vidím v dynamických mapách, které se budou měnit dle aktuálního stavu porostů a ne jen jednou za decennium jako je tomu v současnosti. Díky moderním přístrojům, které při správném používání zvládají vše vypočítat bez zásahu uživatele a stále se zpřesňující technologii GPS spolu s dálkovým průzkumem Země dávají velké možnosti pro dynamické mapy a navazující plánování.

Ke konci 18. století vznikla v Evropě myšlenka pro měření zásoby porostů ze strachu, že dřevo jako tehdy hlavní zdroj energie by mohlo dojít a je tedy potřeba s ním lépe hospodařit. Od té doby začaly vznikat první lesní mapy a plány (MAŠÁŇ, 2010). Od doby, kdy se dendrometrické veličiny určovaly odhadem, uplynulo mnoho let. Dnešní dendrometrické přístroje založené na matematických vzorcích a statistickém odvozování se při správném používání pohybují při určování porostní zásoby do jednotek procent (HANZLÍK, 2014). Digitální registrační průměrky a výškoměry se již staly standartním vybavením revírníků u státních organizací. Je to dáno především způsobem hospodaření, který zahrnuje prodej dřevní hmoty na pni a to znamená dokonalou přípravu a měření zadaných porostů pro prodej. U nestátních společností je situace ve většině případů jiná. Těžba a ostatní práce probíhají ve vlastní režii a tím odpadá potřeba mít zásobu dřeva na pni dokonale změřenou. V této práci je ukázáno, jak by mohlo použití základního vybavení moderními přístroji umožnit přesnější plánování pro odbyt dřeva, plánování odvozu i následnou obnovní činnost.

Při své práci jsem využil pomůcek zapůjčených od Ing. V. Urbánka z KHUL ČZU v Praze. Jednalo se o práci s digitální registrační průměrkou Digi-tech professional, výškoměrem Vertex Laser – VL5 a GPS lokátorem QSTARZ BT-Q1000XT. Zadání cílů bylo konzultováno s THP Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o. a probíhala neustálá spolupráce s pracovníky společnosti.

2 Cíl práce

Cílem práce je zvážení praktického využití moderních přístrojů v provozních podmínkách nestátního podniku. V práci byla popsána metodika pro zadané cíle terénních měření po konzultaci s technickohospodářskými pracovníky podniku. Jedná se především o měření zásoby a plochy při nahodilé těžbě, při mýtní úmyslné těžbě a při zarovnávaní porostních stěn, kde je výhodné pracovat i s mapovou vizualizací. V práci je přiblíženo, jaké by mohlo být využití dat z měřených porostů pro podklady odbytu nebo následnou pěstební činnost.

Cílem je metodicky vytvořit komplet s bakalářskou prací, který by tvořil komplexní pohled na moderní přístroje v dendrometrii a i návod pro seznámení s problematikou moderních přístrojů a jejich správného použití. V metodice byly popsány kapitoly, které mají návaznost na bakalářskou práci, především novinky v moderních přístrojích a podrobný popis SW vybavení průměrek. Tato práce obsahuje dále návrhy na upravení použitého SW pro zlepšení uživatelského prostředí a úpravu vzorců odpovídající české legislativě.

3 Rozbor problematiky

3.1 Měření dendrometrických veličin pomocí moderních přístrojů

Pro použití moderních přístrojů platí stejná nebo velmi podobná pravidla jako tomu bylo při použití klasických analogických průměrek a výškoměrů. Základem je znalost základních stromových a porostních veličin a správný postup při samotném měření. Vybrání správné metody měření a určení rámce přesnosti, kterého chceme měřením dosáhnout je u moderních přístrojů snazší než u klasických přístrojů. Způsoby, kterými lze zjišťovat veličiny porostů jsou popsány v publikaci ŠMELKO (2000) a týkají se především moderních prostředků. Rozdělení zjišťování veličin popsal ŠMELKO (2000) ve své publikaci a pro měření moderními prostředky platí především:

- Měření – pro kvantitativní veličiny. Vyjádření měrnou jednotkou délky, plochy, objemu, hmotnosti a času.
- Spočítáním – pro určení kvalitativních veličin. Počet výřezů určené jakostní třídy.
- Výpočtem – odvození dendrometrických veličin z méně veličin získaných terénním měřením. Tato možnost nastává například při každém výpočtu terminálu průměrky pro objem stojícího stromu při zadání výšky a tloušťky. Výpočty jsou dány vzorci, matematickými modely nebo statistikou.

Jak bylo uvedeno výše, pro požadovanou přesnost je důležité použít správnou metodiku měření. Nejpřesnější určování zásoby by se mělo provádět v porostech mýtního věku, které jsou hodnotově a hospodářsky nejvýznamnější. Určení porostní zásoby se vypočítává z dat dle hlavního rozdělení měření:

- na celé ploše porostu (na plno),
- na zkušných plochách.

Porost se používá jako všeobecné označení pro základní jednotku prostorového rozdělní lesa (ŠMELKO, 2000). Výměra je od 0,3 ha do 20 ha.

V případě měření porostní zásoby pro provozní podmínky se nejvíce používají nižší jednotky JPRL. Jsou to tedy porost, porostní skupina či těžební prvek.

3.2 Chyby při měření

Měření dendrometrických veličin se neobejde bez měřičských chyb. Důležité je tedy znát možné chyby a při terénním měření se jim vyvarovat nebo alespoň minimalizovat riziko jejich vzniku. Moderní přístroje, které jsou správně kalibrovány, eliminují možnost vzniku zásadních chyb jako je nedokonalost měřičských pomůcek nebo podmínky měření. Lidská chyba z nedokonalosti lidských smyslů je pořád velmi těžko překonatelná.

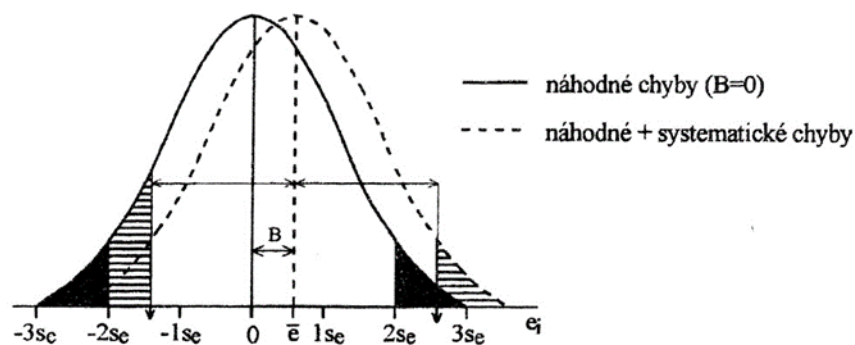
Chyba měření je rozdíl měřených a přesných veličin. Je možno ji vyjádřit dle vzorců:

- absolutní chyba měření: $e = y - Y$,
- relativní chyba měření: $e\% = \frac{e}{Y} * 100$.

Pokud vyloučíme hrubé chyby měření, můžeme chybu rozdělit na dvě složky: systematickou (B) a nahodilou (o). Systematická chyba zatěžuje výsledek jedním směrem. Je způsobena systematicky se opakující chybou, která může být způsobena chybou metodickou nebo vadou přístroje. Pokud je systematická chyba zjištěna, je možné opravit ji pomocí korekce výsledku. Oproti tomu má nahodilá chyba střídavé znaménko. Podílí se na ni náhodní činitele a prakticky nikdy ji nelze zcela odstranit. Vliv nahodilé chyby lze zmenšit opakovaným měřením nebo změnou metodiky (KORF, 1953). Jednotlivé druhy chyb mají mezi sebou vztah:

$$e_i = B + o_i$$

Nahodilé chyby mají rozdělení okolo nuly podle Gaussovy křivky normálního rozdělení. Chyby obsahují kladné i záporné hodnoty se stejnou pravděpodobností a malé chyby jsou častější než chyby velké. Systematická složka chyb posouvá normálním rozdělením doprava či doleva dle svého znaménka (ŠMELKO, 2000).



Obrázek 1: Gaussova křivka normálního rozdělení vztahů nahodilé a systematické chyby (ŠMELKO, 2000)

3.2.1 Chyby při měření průměru

ŠMELKO (2000) popisuje několik druhů chyb, kterým je potřeba se vyvarovat i při měření moderními průměrkami. Jsou to především:

- Vychýlení ramen průměrky – pokud je jedno rameno vychýlené o úhel α od svého původního kolmého směru ke stupnici. Tato chyba by u moderního přístroje mohla nastat při hrubém zacházení a znamenala by pravděpodobně zničení ramen průměrky a měřícího mechanismu. Velikost vzniklé chyby se rovná jejímu vychýlení.

$$e = \frac{d}{2} * \left(1 - \tan \frac{\alpha}{2}\right)$$

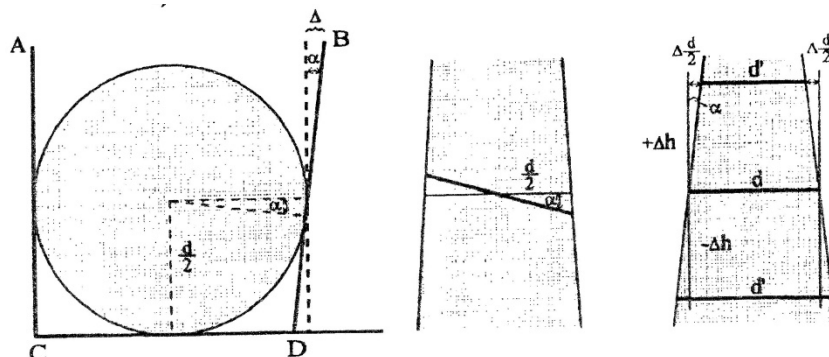
- Šikmé přiložení průměrky – nesprávné naklonění průměrky vůči ose stromu. Chyba je tedy vždy kladná.

$$e = d \left(\frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right)$$

- Špatné místo měření – místo měření na kmenu je vždy přesně daná metodikou měření a je potřeba ji vždy pečlivě dodržovat. Velikost posunu (Δh) měření a sbíhavost kmene určuje, zda bude chyba kladná nebo záporná.

$$e_d = 2\Delta h * \tan \alpha$$

- Různě silné přitlačování – na borku je měřiči vždy vyvinut různý tlak. Chyba má náhodný charakter a maximální velikost této subjektivní chyby je 1,5 %.



Obrázek 2: Typy chyb měření průměrů dle ŠMELKO (2000)

3.2.2 Chyby při měření výšek

Měření výšek bylo v minulosti zatíženo velkou složkou nahodilých chyb. U starých výškoměrů byla potřeba přesné odstupové vzdálenosti či nutnost korekce při měření ve svahu. U moderních výškoměrů většina chyb odpadá díky použití technologie laseru či ultrazvuku. Zde vznikají hrubé chyby ze špatného zacílení nebo špatný odhad zacílení při míření na takzvaný neviditelný cíl, kdy jsou měřené vrcholky stromů skryté v široké koruně a ani velká odstupová vzdálenost nepomáhá (MARUŠÁK, URBÁNEK, ŠEBEŇ, 2009). Důležitým předpokladem pro dosahování správných výsledků je průběžná kontrola a pravidelná kalibrace přístrojů.

3.3 Nové přístroje na trhu

V bakalářské práci Zjišťování dendrometrických charakteristik lesního porostu moderními prostředky (HANZLÍK, 2014) byly popsány nejběžnější výrobky používané lesníky ve střední Evropě od nejznámějších firem. Zde bych chtěl upozornit na několik novinek a trendů ve vývoji těchto přístrojů.

3.3.1 Masser Sonar

Masser Sonar je nejnovější komplexní zařízení finské značky Masser. Obsahuje všechny senzory pro přesné měření dendrometrických veličin. Zařízení a jeho software dokáže vytvořit jakostní třídy, tloušťkové rozdělení či výškové křivky z naměřených dat a zároveň vytvořit mapy zaměřených stromů. Za-

jímavostí je automatický výběr vzorníkových stromů. Měření lze provádět jedním pracovníkem nebo skupinou s různými zařízeními propojenou pomocí Bluetooth sítě. Zařízení Sonar je digitální registrační průměrka, která má zabudovaný vysílač ultrazvukového signálu včetně kompenzátoru vlhkosti a teploty. Dále pak vestavěný elektronický sklonoměr. Sonar dále nabízí vestavěný kompas a přijímá signál od externích GPS lokátorů. Při měření na zkušných plochách nabízí možnost použití 360 ° transpondéru. Průměrka je ve spolupráci s transpondérem schopna pomocí zvukové signalizace nás upozornit na překročení nastavené vzdálenosti poloměru zkušné plochy. Masser Sonar lze vybavit softwarem na míru pro vlastní použití sběru dat pomocí aplikace Masser Creator PRO PC. Základní stupnice pro měření tloušťek má rozměr 500 mm se schopností rozlišení na 1 mm. Měření výšek výrobce udává rozpětí od 0 – 40 m s rozlišením na 1 cm. Vzdálenost pomocí transpondéru je měřena ve stejných hodnotách jako příslušenství firmy Haglöf Sweden DP DME. Celé zařízení splňuje normu IP 67, je tedy voděodolné. Součástí balení je také transpondér 60 ° a 360 °, trojnožka a USB kabel.



Obrázek 3: Masser Sonar (zdroj: Masser Oy)

3.3.2 RC3H BT

RC3H BT je popisováno jako multifunkční zařízení pro měření kruhové základny, výšky stromu, sklonu svahu a zařízení pro měření vzdálenosti. Hlavním účelem tohoto zařízení je měření relaskopickou metodou. To znamená, že je schopno ze zkušné plochy vypočítat kruhovou základnu z jednoho místa bez nutnosti pohybu. RC3H používá pro výpočet výšky a vzdálenosti klasický trigonometrický princip. Zařízení může být také použito pro měření hrání a vypočítání objemu. Ovládání se skládá z pěti tlačítek. LCD displej je pro osm

číslic. Sklonoměr má rozlišení do 0,1°. Napájení je řešeno přes jeden kus AA baterie.



Obrázek 4: Masser RC3H BT (zdroj: Masser Oy)

3.3.3 DP II (Digitech Professional II)

Digitální registrační průměrka DP II je zatím poslední model společnosti Haglöf Sweden. Jedná se o univerzální zařízení přizpůsobené pro měření hrání, výřezů či stojících stromů. Jako u předchozích modelů má i tento skládací ramena pro lepší skladování a převážení. Zajímavostí je odnímatelná jednotka terminálu, která se dá používat v modech klasicky připevněná na průměrce nebo pomocí pásku umístěná na zápěstí a měřené hodnoty se pomocí technologie Bluetooth přenášejí do terminálu. Terminál průměrky při nasazení na průměrce je mírně nakloněný k měřiči, takže je lépe a jednodušeji čitelný než tomu bylo u předchozích modelů značky Haglöf. Novinkou je řešení paměti přístroje pomocí SSD jednotky tak, že přenos dat mezi terminálem a PC odpovídá běžnému použití externí USB paměti. To znamená, že současný terminál má kapacitu přes 1 GB pro data měření a různorodé softwarové aplikace. Mezi aplikacemi se dá, stejně jako u předchozího modelu, volně přecházet a využívat je dle aktuální potřeby pro zvýšení efektivity (Haglöf Sweden AB, 2013). Pro toto

zařízení bylo vyvinuto mnoho možností rozříšení v podobě modulů příslušenství, které jsou popsány v následující kapitole (3.3.4).



Obrázek 5: DP II (zdroj: Forestry Suppliers Inc.)

3.3.4 Příslušenství

Trend univerzálního použití přístroje je viditelný i v široké škále možnosti výbavy digitálních registračních průměrek.

3.3.4.1 Gator Eyes (Aligátoří oči)

Novější typy průměrek mají jako volitelné příslušenství *Gator Eyes (Aligátoří oči* – na českém trhu). Jedná se o laserové ukazatele na ramenech průměrk, pomocí kterých se dá měřit běžná tloušťka $d_{1,3}$. Zároveň při použití modulu výškoměru a příslušného softwaru lze měřit tloušťky v různých výškách na kmeni stromu a vytvářet specifické tvarové křivky. Hlavní výhoda se udává především v tom, že k měřenému stromu se nemusí fyzicky přistupovat, ale jde měřit z dálky. To je podstatná výhoda např. v bažinatých terénech, kde překonávání překážek mezi stromy značně ztěžuje a zpomaluje práci.



Obrázek 6: Aligátoří oči na DP II (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU)

3.3.4.2 DP GPS

DP GPS modul umožňuje navigaci, zaměření polohy a měření ploch s terminálem průměrky Digitech professional. DP GPS má 33ti kanálový vysoce citlivý přijímač, který podporuje satelitní systémy, jako jsou GPS, GLONASS či Galileo. Podporuje i příjem ze satelitů z rozdílných systémů ve stejný čas pro zpřesnění pozice v obtížném terénu. GPS modul je připojený na terminálu průměrky a má minimální vliv na vyvážení nebo váhu průměrky. Zabudovaná korekce v reálném čase s SBAS umožňuje přesnost v otevřené krajině až na 2,5 m. Algoritmus umí předpovídat polohy satelitů na tři dny dopředu.



Obrázek 7: DP II s GPS modulem (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU)

3.3.4.3 DP Postex

DP Postex je modul pro specifické měření s programem Postex. Pracuje jako ultrazvukové zařízení v kombinaci se sérií aktivních transpondérů. DP Postex je schopen změřit vzdálenost stromu k transpondéru pro nastavení koordinace k bodu souřadnicovým systémem X a Y pro jednotlivé zkušné plochy. Tento modul může být použit i bez terminálu průměrky pokud není zapotřebí zaznamenávat měření – například ve školkách či plantážích.



Obrázek 8: DP Postex na terminálu průměrky DP II (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU)

3.3.4.4 DP DME

DP DME slouží pro podporu ultrazvukových technologií urychlující práci na zkušných plochách a při relaskopování. Pro vytvoření středu plochy je umístěn na výtyčce 360°T3 transpondér a modul na terminálu průměrky pomocí ultrazvukových signálů propočítává aktuální vzdálenost v reálném čase. Umí tedy vytvořit přesnou virtuální hranici zkušné plochy ze zadaným poloměrem. Při měření se postupuje proti směru hodinových ručiček a měří se průměry a zaznamenává se i vzdálenost od středu plochy, kde je umístěn T3 transpondér. DME Modul se prodává v setu právě s výtyčkou a T3 transpondérem v cestovním kufříku. Měřitelná vzdálenost je 0 – 30 m a při použití 360° transpondéru se doporučuje maximální vzdálenost do 20 m. Přesnost měření je uváděna do 1 % nebo lepší.



Obrázek 9: DP DME modul terminálu průměrky DP II (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU)

3.3.4.5 Digitech Tape

Digitech Tape je příslušenství, které je v této práci mnohokrát zmíněno. Jedná se o elektronické pásmo, které spolupracuje s digitálními průměrkami Digitech professional přes *com* port na boku těla terminálu. Umožňuje měřit a okamžitě zaznamenávat hodnoty bez nutnosti čtení na analogické vizuální stupnici. Tato pomůcka urychluje měření délek výřezů, hrání či může být použita jako kalibrační měřítko pro harvestory.

Velikost úložiště pásma je 150 x 110 mm vyrobený z polykarbonátového plastu. Samotné pásmo je vyrobené z vyztuženého ocelového drátu. Celková hmotnost je 230 g. Délka pásma je 7,5 m s přesností ± 5 mm při maximálním délce. Napájení je řešeno jako u všech přídatných modulů přes baterii v terminálu průměrky.



Obrázek 10: Digitech Tape - digitální pásmo (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU)

3.3.4.6 Marktax System

Marktax Systém je uzpůsoben ke značení změřených stromů. Jedná se o barvy, které nejsou toxické a nezpůsobují poškození vybavení. Mohou se používat samostatně nebo na nástavci průměrky. Značení měřených stromů je běžný postup, aby nedocházelo k jejich dvojímu započítání. Tento doplněk urychluje práci, protože odpadá nutnost nosit u sebe běžný velký sprej na značení stromů používaný v lesnictví.



Obrázek 11: Marktax System (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU)

3.3.4.7 Ostatní možnosti výbavy

Pro měření s digitální registrační průměrkou DP II s měřicí stupnicí SmartScale je možné používat terminál průměrky jako samostatnou jednotku a naměřená data do ní vkládat přes rádiové vlny. Terminál průměrky je tedy odpojený od měřicí stupnice a nošený například v kapse nebo připevněný páskem na zápěstí a měřicí stupnice SmartScale s příslušenstvím *Radio Enter Button* (Tlačítko pro rádiové odesílání). Stiskem tlačítka se automaticky odešle informace o změřené hodnotě, přijme se a zaznamená softwarem terminálu průměrky. Přenos funguje na vlnách 2,45 Ghz s GFSK 1 Mbps. Tlačítko je instalováno továrně a nahrazuje klasické tlačítko registrace dat na terminálu průměrky.



Obrázek 12: Radio Enter Button (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU)

Při složitějších nárocích na vkládání dat a textových popisků je jednou z možností příslušenství externí klávesnice, která umožňuje vkládání alfanumerických znaků. Váží 55 g a obsahuje 10 tlačítek s membránovou úpravou z tvrzeného polykarbonátového skelného vlákna, která zajišťuje práci od -30 °C do 70 °C.



Obrázek 13: Digitech Keyboard (Haglöf Sweden, Catalog 2015 ENU)

3.4 Software používaný v digitálních registračních průměrkách

Softwary jsou obvykle kombinací několika možných variant dle přání zákazníka na datové výstupy. Jednotlivé programy se liší především způsobem výpočtu objemu, porostních zásob a rozsahem funkcí, které je možné pomocí digitální registrační průměrky měřit. V závěru kapitoly je popis několika programových řešení firmy Haglöf Sweden, které slouží ke komplexním výpočtům a analýzám.

3.4.1 LatinTax

Nejjednodušší, co se týká vybavení a možností měření, je program LatinTax. Slouží ke sběru dat a jednoduchým kalkulacím v terénu a to pomocí výtvarnice pro jednotlivé dřeviny. Samozřejmostí je komunikace mezi výškoměrnými přístroji řady VERTEX pomocí IR nebo Bluetooth. Ponechání a uložení dat je možné v interní paměti stejně jako export do PC pomocí programu WinDP.

3.4.1.1 Struktura programu

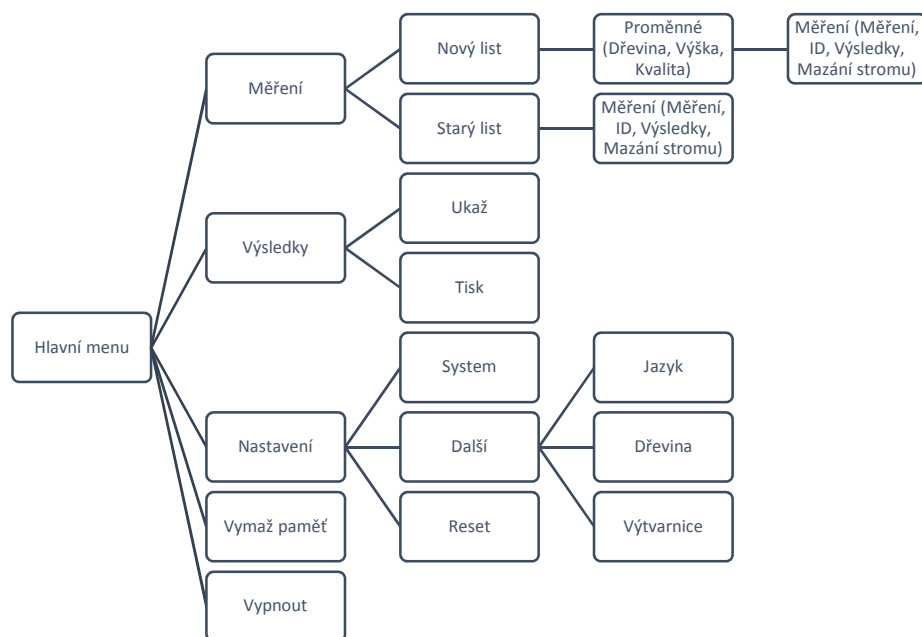
Po zapnutí programu LatinTax je nastaveno hlavní menu s položkami:

- měření,
- výsledky,
- vymaž paměť,
- nastavení,
- vypnout.

Při začátku terénního měření je vybrána možnost Měření, kde je vybrán list zápisu (nový soubor) nebo některý ze starých (založených dříve) listů. Jednotlivé listy mají své vlastní ID (identifikační číslo), a definovatelné Datum vytvoření, které je automaticky nastaveno dle hodnot nastavených v průměrci. Poslední položkou, která definuje list, je Plocha. Plocha je hodnota vyjádřená v hektarech na jedno desetinné místo.

Když je list založen pomocí výše zmíněných identifikátorů, nabízí program dále položky, které je možno do souboru zařadit dle jednotlivých variant. Například dřevina má přednastavené alternativy např. smrk, borovice. Pokud předem víme, že se některá z dřevin v porostu nevyskytuje, je možnost ji předem z proměnných odebrat. Dále je možné nastavit varianty vkládání výšky (H) a kvality (Q). Po zvolení struktury měřených hodnot může započít vlastní terénní měření pomocí funkce měření.

Zobrazení Výsledků výpočtu po terénním měření je možné buď přímo na displeji funkcí UKAŽ nebo posláním ve formě souboru do PC pomocí komunikačního programu WinDP (popis exportu dat je stejný jako v kapitole 3.4.3.5). Verze LatinTax 1.7 CZ má volbu tiskových sestav, kde je možné pro TISK zvolit možnost, která se nejvíce hodí uživateli nebo konkrétním potřebám pro další zpracování dat. Funkce Mazání stromů se používá k odstranění stromů z listu. U smazaných stromů se zobrazí poznámka „smazano“. Takto odstraněný strom lze stejným způsobem vrátit (poznámka „smazano“ zmizí).



Obrázek 14: Schéma organizace LatinTax

V podmenu *Nastavení* jsou na výběr možnosti *Systém*, *Další* a *Reset*. V možnostech *Systém* je nastavení průměrky ohledně komunikačního portu, LCD displeje, hodin a kalibrace průměrky. Složka *Další* nabízí možnosti změny *jazyka*, *dřeviny* a *výtvarnice*. U dřeviny lze zaškrtnout políčko jednotlivých druhů a ty pak budou na výběr při měření. *Výtvarnice* slouží k výpočtu objemu kmene. Lze ji nastavovat pro každou dřevinu zvlášť. Jaký vliv má zadání správné „nepravé“ *výtvarnice* na výsledný objem porostu popisují v bakalářské práci s názvem *Zjišťování dendrometrických charakteristik lesního porostu moderními prostředky* (HANZLÍK, 2014). Poslední funkcí v pod menu *Nastavení* je *Reset*, který provede systémový reset přístroje. Téhož efektu dosáhneme kdykoliv stiskem všech pěti tlačítek terminálu.

Poslední funkcí hlavního menu je „*Vymaž paměť*“. Používá se pro vymazání jednoho nebo i více souborů uložených v průměrce. Odstranění vybraných souborů potvrdíme pomocí tlačítka *Enter*. Program má dvojitou ochranu proti odstranění dat a tak se ptá dvakrát a požaduje dvojitě potvrzení o smazání dat. Pokud je podruhé volba potvrzena, data jsou nenávratně smazána. Volbou *DELETE ALL* dojde k nevratnému smazání všech datových souborů v průměrce.

3.4.2 TIMS CZ

Timber Inventory Measurements System (TIMS) můžeme přeložit jako „Systém pro měření a evidenci dříví“. Jde o univerzální softwarové řešení pro digitální registrační průměrky řady Digitech Professional a její přídatné doplňky. Zahrnuje tři typy měření:

- stojící stromy,
- výřezy,
- hráně.

Každý typ měření registruje jiné proměnné a jejich přesný popis a výpočet je popsán níže. Program pracuje v metrických jednotkách.

3.4.2.1 Stojící stromy

U stojících porostů, kde chceme zjistit zásobu a možnost kvalitativního zastoupení, se využívá typ měření „*nastojato*“. Je zde možnost měření naplno nebo statistické pomocí zkusných ploch. Kruhové zkusné plochy se poté přepočítávají na 1 ha měřeného porostu.

Pro měření stojících stromů jsou proměnnými:

- číslo stromu,
- dřevina – dle přednastavených druhů,
- výčetní tloušťka – tloušťka kmene měřená ve výšce 1,3m od země,
- kvalitativní třída,
- výška.

TIMS CZ počítá pro jednotlivé druhy dřevin vyrovnané výšky pomocí vzorníků tj. stromů, které mají změřenou výšku (h) i průměr ($d_{1,3}$). Základem výpočtu je výškový grafikon, který pro stanovení vyrovnaných výšek (H) využívá logaritmické funkce:

$$H(d_{1,3}) = a + b * \ln(d_{1,3})$$

Musí být změřeny alespoň dva zástupci pro dřevinu, aby tento model mohl být použit. Pro přesnější stanovení výpočtu, se doporučuje změřit více než dva vzorníkové stromy.

Pro výpočet porostní zásoby v terénu program používá výpočet pomocí jednotné výtvarnice (*nepravé výtvarnice* $F_{1,3}$) nebo výtvarnicové výšky (F_{form}). Obě tyto hodnoty se nastavují pro každou dřevinu zvlášť a musí být upraveny dle stanoviště a porostních charakteristik. Tyto hodnoty musí být svědomitě nastaveny, protože jejich velikost má zásadní vliv na vypočtené výsledky. Velikosti nepravé výtvarnice se dají získat v odborné literatuře nebo z exaktně pořízených dat z lokálních měření pro jednotlivé druhy dřevin.

- Objem kmene dle výtvarnice: $V = \frac{\pi}{4} * d_{1,3}^2 * H * F_{1,3}$
- Objem kmene dle výtvarnicové výšky: $V = \frac{\pi}{4} * d_{1,3}^2 * F_{form}$

Pomocí externího GPS zařízení lze do programu přes rozhraní Bluetooth zaznamenávat souřadnice při vytyčování jednotlivých zkusných ploch nebo hranice obvodu měřeného území. Program z těchto bodů umí okamžitě vypočítat plochu zájmového území.

Po výpočtu porostní zásoby program dále vypočte průměrnou tloušťku stromu (D) jako aritmetický průměr všech změřených $d_{1,3}$ a výšku (H) pro průměrnou tloušťku stromu (D) pomocí stejné logaritmické funkce jako pro výpočet vyrovnané výšky:

$$H(D_{1,3}) = a + b * \ln(D_{1,3})$$

Dále program vypočte střední tloušťku z kruhové základny měřených stromů (Dg) a vyrovnanou výšku středního kmene, zjištěného ze střední kruhové základny (Hg):

$$Dg = \frac{\sum D_i^3}{\sum D_i^2}$$

$$Hg = a + b * \ln(Dg)$$

3.4.2.2 Výřezy

Při měření výřezů se jedná o měření ležícího dříví, které je již příčně kráceno a vznikají tak výřezy. Pro každý kus výřezu je možné přiřadit tyto proměnné:

- délka výřezu – na základě měření lesnickým pásmem nebo přídavným příslušenstvím Digitech Tape,
- dřevina – výběrem z předvolených variant,
- průměr výřezu – měřená středová nebo čepová tloušťka výřezu,
- tloušťka kůry – nastavitelná jednotlivě nebo podle předdefinované hodnoty,
- kvalitativní třída – výběr mezi předdefinovanými kvalitativními třídami odpovídající českým normám podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví (Svaz zaměstnavatelů dřevozpracujícího průmyslu et al., 2007),
- oddenkový kus – u každého kusu vložená informace, zdali se jedná o oddenkový kus.

Redukci tloušťky kůry lze upravovat, protože hodnota tloušťky kůry je použita pro výpočet měření objemu dříví bez kůry, měřeného v kůře. Objem jednotlivých kusů je obvykle vypočítán jako válec. U nás se nejčastěji používá tzv. Huberův vzorec se srážkou na kůru. Algoritmus srážky na kůru podle českých standardů je navržen v závěru této práce (kapitola 5.1). V této verzi je zatím nefunkční a jakékoliv nastavování hodnot nemá na výsledný objem žádný vliv.

Huberův vzorec, kde výsledkem je objem (V) v m³ a vstupní hodnoty kruhová plocha v polovině délky v m² ($g_{1/2}$) nebo tloušťka v polovině délky v metrech ($d_{1/2}$) a jmenovitá délka v metrech (l).

$$V = g_{1/2} * l = \frac{\pi d_{1/2}^2}{4} * l$$

Přímo v terénu je program schopen vypočítat ze zadaných hodnot výsledný objem kusů a celého měření. Na displeji digitální registrační průměrky se objeví tabulka s přehledem výsledků. Počet změřených kusů (Ks) a celkový počet oddenkových kusů (Odd). Dále pak celkový objem dříví vypočtený (OBJ), střední výřez ($StrVyrez$), který odpovídá průměrnému objemu výřezů. Naproti tomu střední strom ($StrStrom$) je průměrný objem stromu tj. podíl celkového objemu a počtu změřených oddenkových kusů. Mezi poslední hodnoty, které jsou zobrazovány, patří průměrná tloušťka (D) a průměrná délka výřezu (L).

3.4.2.3 Hráně

Pro změření objemu hráně je potřeba registrovat proměnné:

- číslo hráně (originální ID),
- dřevina,
- délka,
- šířka – délka sortimentu,
- výška,
- přepočtový faktor – daný dřevnou a typem sortimentu,
- zeměpisné souřadnice – exportované z GPS zařízení nebo ručně zadané.

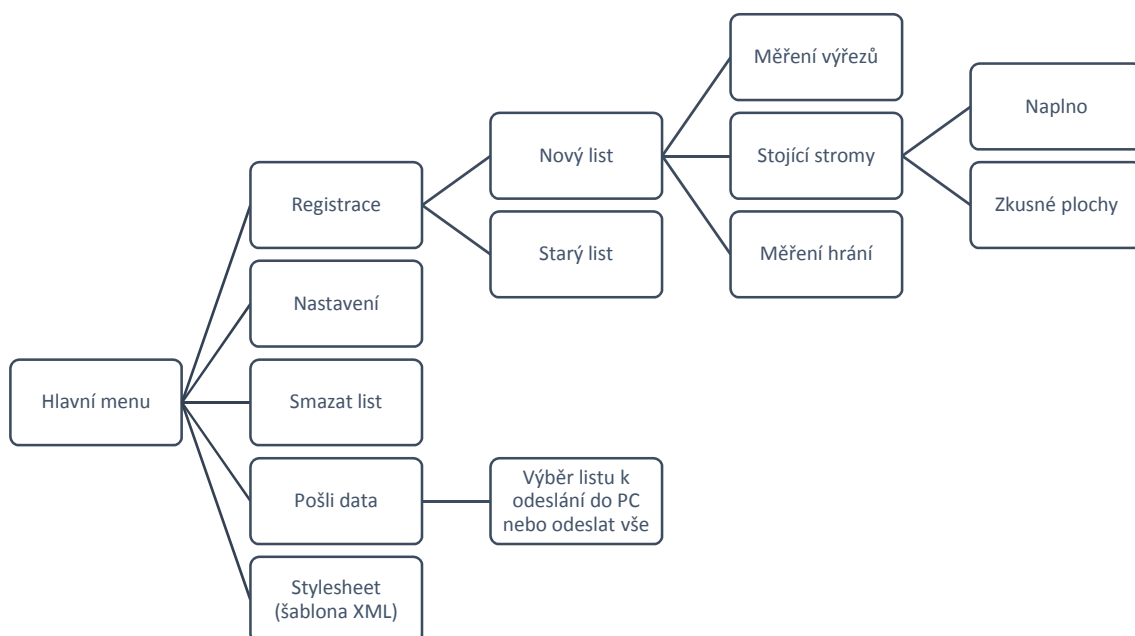
Pro výpočet objemu hráně může být vloženo až 20 různých výšek hráně. Konečná výška hráně je vypočítána jako aritmetický průměr z naměřených výšek (hp). Na přepočet z prostorových metrů na m^3 se používá *přepočtový faktor* (f), který je buď přednastavený, nebo jednorázově změněný uživatelem:

$$V = s * l * hp * f$$

Pro měření jednotlivých proměnných lze použít i příslušenství Digitech Tape pro rychlejší registraci hodnot. Pro vložení zeměpisných souřadnic je doporučeno použít externí GPS zařízení připojené přes rozhraní Bluetooth. Možná vizualizace GPS dat se záznamem polohy hrání je v příloze 12 a 13.

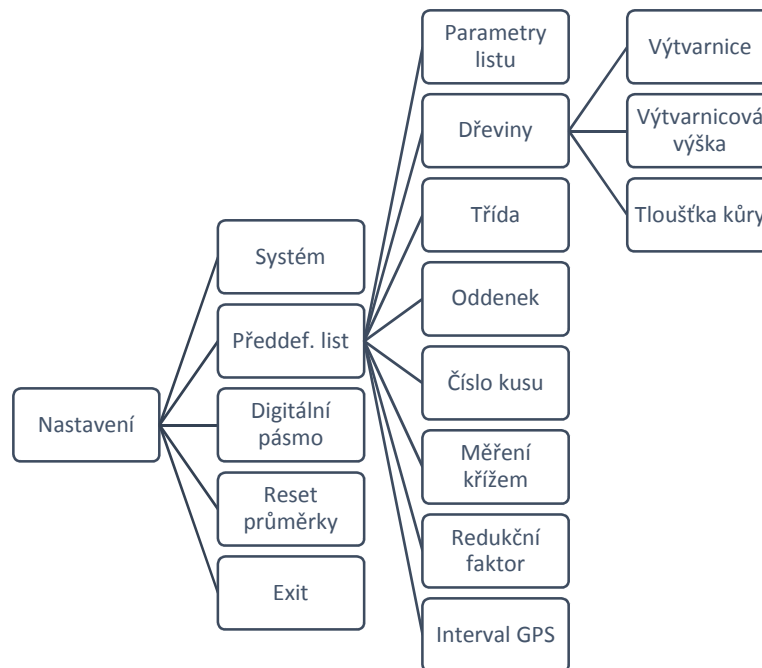
3.4.2.4 Struktura programu

Program nabízí tři možnosti měření, jak již bylo zmíněno v úvodu kapitoly. Na Obrázek 15: Schéma programu TIMS CZ je vidět celá organizace hlavního menu.



Obrázek 15: Schéma programu TIMS CZ

V záložce *Nastavení* je možné naleznout nastavitelné funkce programu. Jedná se o univerzální program, který je určen pro rozsáhlé výstupy měření. Níže jsou detailně popsány možnosti jednotlivých nastavení funkcí programu.



Obrázek 16: Schéma menu *nastavení* programu TIMS CZ

První položkou je *Systém*. V té lze najít nastavení hodin, kontrastu displeje a kalibraci displeje. Důležitou součástí je nastavení komunikačních portů, které je občas nutno přenastavit pro správné propojení s PC.

Největší položkou je *Předdefinovaný list*. Jedná se o nastavení jednotlivých funkcí měření na míru.

- Parametry listu – editace hodnot v záhlaví jednotlivých listů. Jedná se o zadávání základních informací o datu měření a LHC (oddělení, dílec, porostní skupina, etáž a obnovní prvek).
- Typ měření – nastavení jaký druh měření bude použit pro tvorbu nového listu. Z možností *stojící*, *výřezy* nebo *hráně*.
- Parametry dřevin – zde je možnost vybrat či přejmenovat předdefinované dřeviny, či změnit jejich pořadí v seznamu nabídky při budoucím měření. V záložce parametry dřeviny je dále nastavení výtvarnic a výtvarnicových výšek pro jednotlivé druhy dřevin. Poslední nabídkou je zde nastavení tloušťky pro jednotlivé druhy dřevin.

- Třída – nastavení možného přiřazování do jednotlivých kvalitativních tříd. Program umožňuje až 10 různých kódů, které je možné nastavovat dle přání. Dále je zde výběr, jestli má být hodnota kvalitativní třídy při změření jednotlivých kusů registrována.
- Oddenek – nastavení, ve kterém si určíme má-li být registrován první, oddenkový, kus stromu.
- Číslo kusu – nabízí možnost zapnout registraci kusů pomocí čárových kódů a jejich snímání pomocí čtečky čárových kódů.
- Měření křížem – nastavení křížového měření a hraniční hodnoty $d_{1,3}$, od které má být požadováno měření druhé (D2). Při nastavení limitní hodnoty 0 mm, bude druhé měření křížem vyžadováno vždy. Do výpočtu vstupuje při křížovém měření automaticky jediná tloušťková hodnota, která je aritmetickým průměrem obou hodnot.
- Přepočtový faktor – nastavení přepočtového koeficientu pro převod prostorových metrů na krychlové metry při měření hrání.
- Interval GPS – pomocí GPS přijímače, který je možné připojit přes Bluetooth, připojeného k digitální registrační průměrce je nastavitelný interval automatického zaznamenávání bodů. Po registraci hraničních bodů zájmového území program vypočte velikost plochy.

Digitální pásmo *Digitech tape* od firmy Haglöf Sweden je zatím ve fázi zkoušení pro český trh. Možnost nastavení je zde zatím připravena pro budoucí získávání informací o pásmu a kalibraci pásma. Poslední možností v menu *Nastavení* je reset průměrky a programu TIMS CZ, který se dá i vyvolat kdykoliv při práci či jakémkoliv „zamrznutí“ přístroje stisknutím všech pěti tlačítek najednou. Export dat do PC se provádí stejně jako v níže popsaném programu Profi-TAX (kapitola **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**).

3.4.3 ProfiTAX

Softwarové řešení vycházející z programu TIMS (*Timber Inventory Measurements System*). Tento program pro měření a evidenci dříví byl vytvořen

jako moderní aplikace pro průměrku Digitech Professional a rychle se rozšířil do řady zemí, kde jsou tyto průměrky používány. Hlavní výhodou je jeho univerzální použití. Může být měřeno dříví stojící, ležící i objem dříví v hraních. Pro české lesníky byl přeložen a upraven pro podmínky měření v ČR (kapitola 0).

Nový program ProfiTAX je tedy pokračovatelem programu TIMS upraveným na přání státního lesního podniku LČR. Již nemá tak univerzální použití, protože se jím dají měřit pouze stojící stromy. To vychází z potřeb zadavatele, tedy LČR, na jednotný systém sběru dat, jednoduchosti a přitom vysoké přesnosti. Toto měření je vázáno na komplexní zakázky na těžbu dříví na pni.

3.4.3.1 Datový soubor

Terénním měřením jsou ukládány tyto hodnoty:

- označení těžební plochy – identifikační informace o JPRL a těžebním prvku,
- dřevina – dle přednastaveného číselníku dřevin LČR,
- výčetní tloušťka – měřená ve výčetní tloušťce 1,3 m v cm s možností měření křížem,
- kvalitativní třída – přednastavené evidenční položky LČR,
- výška – měřená v metrech přiřazená k tloušťce pro vytvoření vzorníků.

Kromě *kvalitativní třídy* je vše ostatní povinná položka a je nutné její vyplnění či terénní měření.

3.4.3.2 Výpočet výšky

Program ProfiTAX využívá pro výpočet porostní zásoby data z metody *průměrkování naplno* tj. měření všech stojících stromů na dané ploše a vyrovnaných výšek. Vyrovnané výšky počítá program díky vzorníkovým stromům. To jsou stromy, u kterých je měřená tloušťka i výška. Vyrovnané výšky tedy vypočítá pomocí logaritmické funkce v obecném tvaru:

$$H(d_{1,3}) = a + b * \ln(d_{1,3})$$

Porostní zásoba je tedy vypočítána jako součet objemů jednotlivých stromů. Objem je vypočítán z měřených tloušťek a programem vypočítaným vyrovnaných výšek.

Pro tento model výpočtu je tedy nutné mít naměřeno dostatečný počet reprezentativních výšek. Počet je odvozen od celkového počtu změřených a minimálně požadovaných, ale větší počet měření výšek zpřesňuje výsledek. Počet výšek je určen pro každou měřenou dřevinu zvlášť. Pro minimální přijatelnou přesnost je potřeba ke každé dřevině změřit alespoň tři vzorníky. Pokud není možné změřit větší počet výšek, program počítá následovně:

- jedna nebo více tloušťek, ale žádná výška – program převezme pro výpočet výšky vyrovnané podle regresivní rovnice odvozené ze všech měřených vzorníků,
- jedna nebo více tloušťek a jedna výška – program počítá všechny objemy podle této změřené hodnoty,
- dvě nebo více tloušťek a pouze dvě výšky – program počítá podle aritmetického průměru změřených výšek,
- tři a více výšek – postup dle výše popsaného algoritmu.

Přesnější výsledky můžeme očekávat při větším množství přesně změřených vzorníků. Výběr vzorníkových stromů by měl probíhat dle několika zásad. Není vhodné měřit extrémní a atypické jedince tj. jedince z okrajů porostu nebo solitéry. i pro okrajově zastoupené tloušťky by měly být měřeny výšky, aby logaritmická funkce měla daný průběh. Vzorníkové stromy by měly být reprezentativní z celého porostu. Čím je větší zastoupení jedinců v tloušťkovém stupni, tím větší by měl být počet měřených jedinců.

Výhodou programu ProfiTAX je zobrazení změřených výšek pro každou dřevinu pomocí bodového diagramu. Na něm lze opticky posoudit, jestli počet měřených výšek odpovídá popsaným pravidlům. Je zde tedy možnost hned v terénu doměřit chybějící výšky. Ve výsledném grafu závislosti výšek na tloušťce jsou zobrazeny tři vertikální rysky. Obě krajní hodnoty určují rozsah tj. minimální a maximální měřenou tloušťku. Linie mezi nimi označuje tloušťku

středního kmene (D_g). Kolem hodnoty vypočteného středního kmene leží největší počet kmenů, a proto by zde měl být počet změřených výšek nejvyšší.

3.4.3.3 Výpočet objemů stromů a zásoby porostu

Jednotlivé výtvarnice, které program používá pro orientační výpočet porostních zásob, jsou neměnné. Jsou přednastavené pro každou dřevinu a lze je pouze zobrazit na displeji průměrky (funkce NASTAV SOUBOR -> VYTVARNICE). Stejně jako koeficienty pro přepočtení objemů a zásob na hodnoty bez kůry. Nemožnost změn těchto koeficientů byla zadána LČR.

Pro výpočet objemu stromu se tedy používají tyto vstupní veličiny:

- D – průměrná tloušťka (při měření křížem aritmetický průměr),
- H – vypočtená vyrovnaná výška (viz 3.4.2)
- $F_{1,3}$ – nepravá výtvarnice tj. tvarový koeficient.

Objem každého stromu se vypočítává podle vzorce:

$$V = \frac{\pi}{4} * d_{1,3}^2 * H * F_{1,3}$$

Program vypočítá a uloží informace o střední tloušťce (D_g) a výšce (H_g). Střední tloušťka je odvozená z kruhové základny měřených stromů. Program počítá střední tloušťku jako kvadratický průměr měřených tlouštěk:

$$\bar{x}_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k x_i^2 n_i}{\sum_{i=1}^k n_i}} = \sqrt{\frac{x_1^2 n_1 + x_2^2 n_2 + \dots + x_k^2 n_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k}}$$

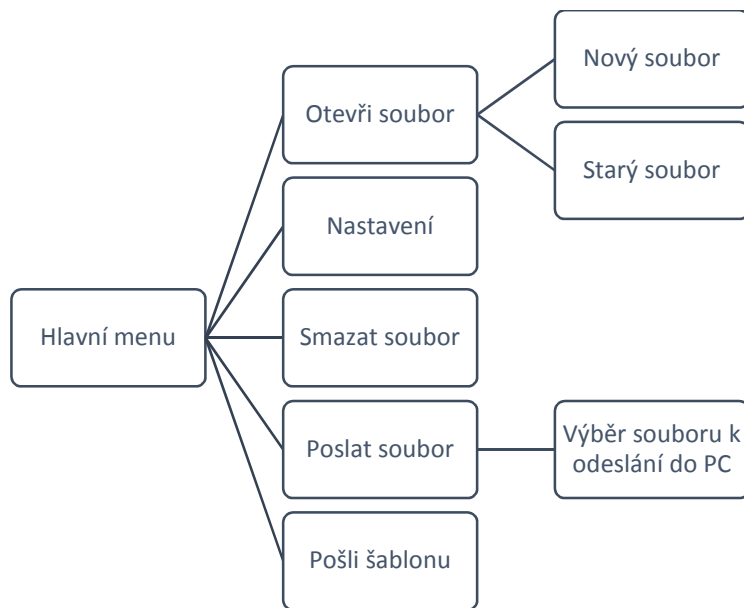
Vypočtená výška středního kmene je odvozena ze střední kruhové základny:

$$H_g = a + b^1 * \ln(D_g)$$

3.4.3.4 Struktura programu

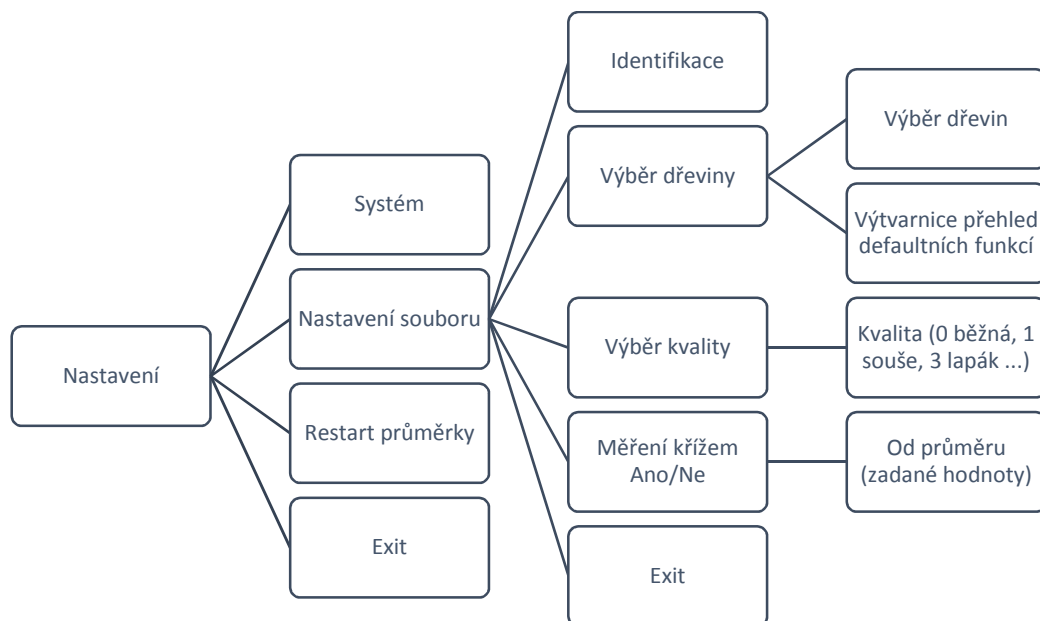
Program ProfiTAX má jednoduchou organizaci úrovní menu dle schématu na Obrázek 17: Schéma organizace ProfiTAX

¹ a, b jsou konstanty vypočtené ze vzorníků.



Obrázek 17: Schéma organizace ProfiTAX

I přes nastavené zablokování základních parametrů pro výpočet objemu je pod položkou „Nastavení“ několik dalších možností pro volitelná nastavení.



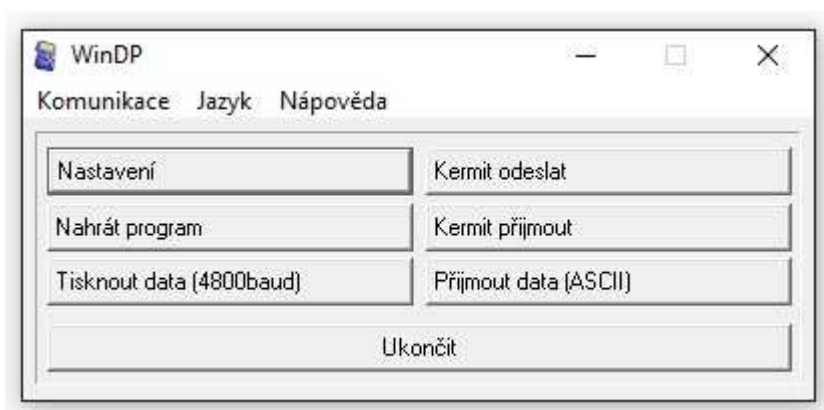
Obrázek 18: Možnosti nastavení programu ProfiTAX

Export dat probíhá stejně jako u programu TIMS. Pomocí programu WinDP, který vydává společnost Haglöf Sweden jsou data pomocí USB rozhraní importovány do PC. Výstupem z terminálu průměrky může být soubor XML nebo Excel (text oddělený středníkem). Na výběr je možnost přenosu buď jed-

notlivě strom po stromě, nebo souhrnný objem. V případě souhrnného objemu jde o přenos souhrnu objemů jednotlivých dřevinu a sumárního objemu porostu.

Postup exportu dat:

- propojení terminálu průměrky pomocí USB kabelu a PC,
- v PC spuštění programu WinDP, poté volba Kermit přijmout a výběr adresáře,
- v průměrce Poslat soubor a výběr dat k exportu.



Obrázek 19: Prostředí programu WinDP

3.4.3.5 Aktualizace ProfiTAX v1.01

Nejnovější verze softwaru ProfiTax i LCRTax, vytvořené v únoru 2016, již využívají vyrovnání výšek podle upravené rovnice podle Michajlova.

$$H = a * e^{\frac{b}{D_{1,3}}}$$

Pro výpočet objemů používá tato verze softwaru již polynomy Československých objemových tabulek (ČSOT).

3.4.4 The TimberCruise Suite

The TimberCruise Suite je zahraniční software společnosti Haglöf, který tvoří komplexní lesnický analytický systém. Nároky na vysokou specifikaci požadavků jsou plněny programovým vybavením, které obsahuje rovnice profilů (u nás výtvarnice) a širokou škálu tradičních objemových rovnic či tabulek. Tento

program zvládá provádět statistické a finanční analýzy. Jednou z možností programu je i správa dat v desktopovém prostředí v SQL databázích a geografickém informačním systému. Nabízí propojení mezi GIS a údaji z inventarizace lesa (ve Švédsku).

TCruise obsahuje i software pro průměrky řady Digitech Professional a terénních počítačů nebo provoz na zařízeních s Windows Mobile. i v terénu je tedy možné vytvářet šablony pro profilové rovnice či úpravu cenových matic.

Program umožňuje souběžný přístup uživatelů a ukládání do celofiremní databáze na server. Pro ochranu dat je zde využíván USB klíč a pro kontrolu a správu datových center je doplněk TCruise audit. Program je upravován pomocí aktualizací a přídatných komponentů tak, aby vyhovoval přání zákazníka.

3.4.5 Log Scale Suite

Log Scale Suite je programový nástroj pro měření objemů a třídění všech měřených dat včetně vytváření podkladů pro dodací listy, ceníky, smlouvy a aukční systémy. Jedná se o propojení systémového řešení LogScale v digitálních registračních průměrkách, kterými se sbírají data v terénu a desktopového řešení výkonného softwaru pro kancelářské použití. S velkou rozmanitostí programovatelných nastavení měření a objemových funkcí je program použitelný v široké škále i na světové úrovni.

3.4.6 Postex

Software Postex je programem určeným k systematickému měření a zaměřování pozic jednotlivých stromů či jiných objektů. Tento program je používán spolu s přístrojovým vybavením Digitech Professional., Postex je vyvíjen ve spolupráci s vědci a lesníky pro zaměřování stromů či zkusných ploch pro dlouhodobé studium. Zjištěné údaje jsou automaticky registrovány do programu. Při zjišťování GPS pozice daného bodu se zaznamenává vzdálenost a azimut z centra zkusné plochy. Při zjišťování údajů o stromech, jsou mezi zaznamenávanými údaji druh dřeviny, výška, výčetní tloušťka a kruhová základna. Postex automaticky vypočítá poloměr zkusné plochy a zaměří polohy jednotlivých stromů po ploše.

3.4.7 Skalman

Program Skalman slouží ke kalibraci měřících systémů harvestoru. S přístrojovým vybavením Digitech Professional a Digitech Tape je terénní kalibrace s tímto programem rychlá a efektivní. Všechna změřená data jsou uložena pro pozdější ověření. Naměřené hodnoty harvestorem jsou staženy do terminálu průměrky a automaticky se porovnávají s daty, naměřenými průměrkou. Je-li zjištěna odchylka, mělo by dojít k seřízení měřícího systému harvestoru – tzv. kalibraci. Program Skalman je vyvíjen ve spolupráci s provozními pracovníky, harvestorovými operátory a výzkumnými instituty, aby byl vhodně přizpůsoben specifikům harvestorových technologií.

3.5 Prumerka.cz

K výpočtu, při využívání softwarového vybavení ProfiTax (LCRTax), je možné použít i serverovou aplikaci prumerka.cz. Webová aplikace průměrka.cz vznikla spoluprací Fakulty lesnické a dřevařské ČZU v Praze a Forestry Instruments s.r.o. Tato aplikace pracuje s .xml soubory vytvořené softwarem ProfiTax (LCRTax). Tento soubor je nahrán přes internetový prohlížeč do serverové aplikace, která jej vypočte a zobrazí výsledek v okně prohlížeče.

Výsledkem je buď souhrn všech dřevin, nebo údaje o jednotlivých stromech. V souhrnu dřevin najdeme charakteristiky:

- počet (ks),
- střední tloušťka (mm),
- střední výška (m) - upravená rovnice (Michajlov, 1952),
- úroveň vyrovnání výšek (dřevina, porost),
- střední objem hroubí s kůrou (m^3) - ČSOT (PETRÁŠ, PAJTIK, 1991),
- střední objem hroubí bez kůry (m^3) – ČSOT,
- celkový objem hroubí s kůrou (m^3) - ČSOT,
- celkový objem hroubí bez kůry (m^3) - ČSOT.

Databáze všech měřených stromů obsahuje charakteristiky:

- číslo stromu,
- kód dřeviny,
- zkratka dřeviny,
- výčetní tloušťka (mm),
- kvalita,
- výška měřená (m),
- výška vyrovnaná (m) – upravená rovnice (Michajlov, 1952)
- orientační objem s kůrou (m³) – podle výtvarnice,
- objem hroubí s kůrou (m³) – ČSOT (PETRÁŠ, PAJTIK, 1991),
- objem hroubí bez kůry (m³) – ČSOT.

Aplikace tedy slouží pro zpřesnění měřené zásoby porostů pomocí ČSOT a upravené rovnice podle Michajlova pro výpočet vyrovnaných výšek. Jak je již z popisu databáze jednotlivých dřevin patrné, objem stojících stromů počítaný pomocí výtvarnice je pouze orientační. Ukázka výpisu je v příloze 11.

4 Metodika

4.1 Základní informace o společnosti

Společnost Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o. vznikla v roce 2013 převodem ze subjektu fyzické osoby Ing. Jerome Colloredo-Mannsfeld Lesní a rybníční správa Zbiroh. Rod Colloredo-Mannsfeld získal pozemky v českých zemích již koncem 30leté války. Majetek rodu Colloredo-Mannsfeld byl během druhé světové války zkonfiskován a roku 1945 se stal státním majetkem. Jeho navrácení začalo roku 1992 a k dnešnímu dni byla navrácena většina pozemkových majetků. Spory zůstávají ohledně zámku v Opočně.

Na Českém území se nyní nacházejí dvě větve rodu Colloredo-Mannsfeld představované Jeronýmem a Kristýnou. Kristýna Colloredo-Mannsfeld hospodaří na lesních pozemcích v severních Čechách při Opočnu a Jeroným Colloredo-Mannsfeld v západních Čechách na území kolem Zbirohu a Dobříše. Oba mají vlastní nezávislé společnosti pro lesní výrobu.

Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o. hospodaří na území o výměře cca 17 000 ha a na pozemcích v okolí Zbirohu a Dobříše. Hlavní správní budova se nachází ve Zbirohu. Manipulační sklad a výroba štípaného dřeva se je umístěna v nedalekém Holoubkově. Společnost disponuje třemi odvozními soupravami a dalšími vozidly pro přepravu a manipulaci dřeva. Na webových stránkách společnosti ² se uvádí počet 50 stálých zaměstnanců a až 150 sezónních pracovníků.

4.1.1 Polesí Lhota – úsek Sklená Huť

Majetek lesních pozemků se dělí na čtyři polesí a jednotlivá polesí se skládají ze tří až čtyř lesních úseků dle rozlohy. Terénní měření probíhalo na území polesí Lhota z větší částí na lesnickém úseku Sklená Huť. Rozloha PUPFL tohoto lesnického úseku je 1 015,37 ha. Tento lesnický úsek byl podroben rozboru dat LHE. S koncem roku 2015 skončil i lesní hospodářský plán platný od 1. 1. 2006 do 31. 12. 2015.

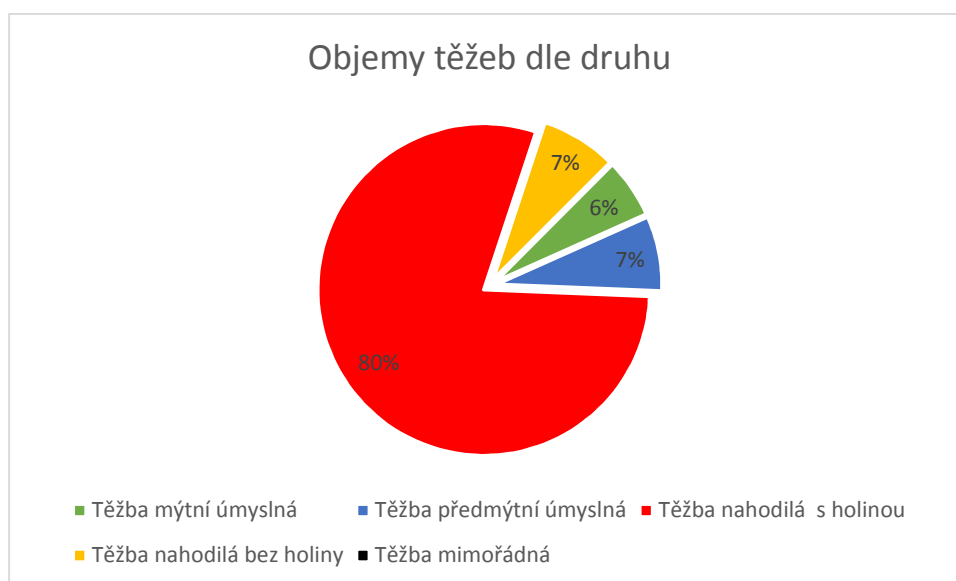
² <http://www.lesyzbiroh.cz/cs/>

Lesní úsek Sklená huť měla dle LHE celkový objem těžeb za rok 2015 7 111,87 m³. Rozdělení těžeb podle druhu je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1: Rozdělení objemů druhů těžeb

Druh těžby	Objem těžby (m ³)
Těžba celkem (rok)	7 111,87
Těžba mýtní úmyslná	412,82
Těžba předmýtní úmyslná	522,25
Těžba nahodilá s holinou	5650,01
Těžba nahodilá bez holiny	526,79

Poměr jednotlivých druhů těžeb pramení ze skutečnosti, že v březnu 2015 přišla lokální větrná kalamita. Po větší část roku se zpracovávala tato nahodilá těžba.



Graf 1: Grafické zpracování objemů druhů těžeb

V příloze 1 je vidět rozsah kalamitní plochy zaměřené pomocí GPS lokátoru. Tato plocha je převedena jako vrstva do programu Lesní výroba a mzdy společnosti HA-SOFT, který se ve společnosti Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o. používá pro prohlížení digitálních mapových podkladů.

Místo znázorněné v příloze 1, které se nachází v porostech s číslem oddělení 111 a 112, bylo svojí rozlohou 7,4 ha na lesním úseku Lhota největší vzniklou souvislou holinou. Drobná poškození porostních stěn a porostních zbytků se nacházejí prakticky po celém lesním úseku. Z tohoto důvodu bylo za cíl práce stanoveno označení těchto prvků po lesním úseku, změření jejich objemů a poziční zaměření na mapě.

4.2 Výběr porostů

4.2.1 Měření porostních zbytků / zarovnání porostních stěn

Porostní stěna je okraj porostu, jehož vznik je obvykle dán smýcením nebo jiným způsobem. U porostní stěny vzniklé v dospívajících nebo dospělých porostech již zpravidla nedojde k úplnému zapojení okrajových stromů. (SIMON, V., VACEK, S., 2008).

Kvůli poškození porostů abiotickým efektem větru, jehož efekt byl následně umocněn vlivem lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*), došlo ke vzniku mnoha větších i menších holin v porostech. Po zlikvidování hlavních nahodilých těžeb, se objevoval i problém narušených porostních stěn, které byly nyní značně zvlněné, neuspořádané a chaotické. Tyto porostní stěny bylo nutné zarovnat a ucelit tak, aby do budoucna nepředstavovaly problém při zalesnění a zároveň aby bylo možné se k ponechaným jedincům vrátit i v budoucnu. Jednotlivé porostní stěny byly zarovnány takovým způsobem, aby daná plocha byla tvarově ucelená, tedy aby nedocházelo ke zbytečnému vybíhání ostrých „zubů“ a aby daná plocha měla pokud možno při dané ploše co nejkratší obvod. V případě druhově smíšených porostů byly v porostních stěnách upřednostněny takové dřeviny, jejichž kořenovým systémem a celkový habitus napovídá lepší odolnosti proti větru. V lokálních smrkových porostech se pak zpravidla jednalo o dub zimní (*Quercus petraea*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), borovici lesní (*Pinus sylvestris*) či modřín opadavý (*Larix decidua*).

Obdobným způsobem se postupovalo i u porostních zbytků. Jednotlivé porostní zbytky byly posouzeny z hlediska odolnosti vůči větru či budoucí dostupnosti k dané ploše standardní lesnickou mechanizací.

Terénní měření proběhlo na podzim roku 2015. V terénu byly vytipovány lokality, které odpovídají výše zmíněnému popisu. V těchto porostech proběhlo měření na stojato všech zájmových jedinců. V programech TIMS CZ a ProfiTAX v režimu „na stojato“. Každý strom byl označen ve výšce měření $d_{1,3}$ signálním sprejem, aby nemohlo dojít k opakovanému započítání.

4.2.2 Měření mýtní úmyslné těžby

V několika případech byly změřeny i porosty, ve kterých měla být provedena mýtní úmyslná těžba z důvodu obnovy porostu. Toto měření proběhlo také na podzim roku 2015.

4.3 Přístrojové vybavení

Pro terénní měření bylo použito následné vybavení: Digitech Professional (příloha 3) a výškoměr Vertex Laser – VL5 s transpondérem. Pro zaměřování polohy byl použit GPS lokátor QSTARZ BT-Q1000XT.

4.4 Softwarové vybavení

V digitální registrační průměrce Digitech Professional byl použit software TIMS CZ a ProfiTAX.

4.5 Měření ploch a vzdáleností pro obnovní činnost

Po změření všech nezbytných dat pro výpočet zásoby porostu následovalo zaměřování plochy porostu. Zjišťovaná poloha porostu, tedy budoucí plocha holiny, byla zaznamenána pomocí GPS lokátoru a digitální registrační průměrky DP. Plocha byla zaznamenána obejitím měřeného porostu po jeho obvodu pod stromovým okapem. Tento údaj dává průměrce možnost přepočtu na hektarovou zásobu. Tyto data se dají vyexportovat ve formátu .kmz a následně se s nimi dá pracovat v programech jako je např. Google Earth nebo se dají importovat do map, které jsou součástí LHP v programu Lesní výroba a mzdy firmy HA-SOFT. Tento program firma Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o. používá ve své praxi., Proto byly také některé datové poklady zpracovány právě v tomto programu.

Součástí práce je tedy i mapový a datový výstup použitelný pro okamžité zadání do zalesňovacího projektu.

Dálkoměry je také možno využívat při návrhu oplocenek. Pomocí dálkoměru Laser Vertex byly navrženy oplocenky různých velikostí, s obdobnou či sníženou časovou náročností a zvýšenou přesností. Srovnání provádím například s krokováním či měřením pásmem.

5 Výsledky

5.1 Návrh úpravy SW

Jedním ze základních cílů práce bylo vypracovat návrhy úprav softwaru pro zvýšení kvality rozhodování. Moje návrhy se zabývají jednak drobnými nedostatky zjištěnými během terénního měření a zároveň se snaží rozšířit možnosti stávajícího softwarového vybavení. O konkrétních změnách při výpočtu zásoby dřeva, automatické sortimentaci a návrhu oceňování dřevní hmoty pojednávají následující kapitoly.

5.1.1 Intuitivní navigace

První úprava se týká intuitivní navigace, kde posun mezi jednotlivými měřenými stromy je z mého pohledu nelogický. Běžný uživatel je zvyklý na klasický posun pomocí tlačítek vpravo a vlevo. V nastavení programu TIMS CZ je pohyb mezi jednotlivými stromy nastaven pomocí tlačítek „nahoru“ a „dolů“. Tlačítka „doleva“ a „doprava“ provádí mezi registrovanými stromy skok o deset kusů. Při chybě měřiče dochází místo posunu o tři stromy zpět o třicet stromů zpět.

Přestože se jedná o věc, na kterou si uživatel časem zvykne, doporučil bych přenastavení tlačítek zmíněným způsobem.

5.1.2 Srážky na kůru

V programu TIMS CZ, jak bylo popsáno v kapitole 3.4.2. popisu programu, zatím nefunguje srážka na kůru. Tuto funkci měla nahradit možnost vložení koeficientu při úpravě výtvarnic. Z tohoto důvodu je možné výtvarnice nastavovat na čtyři desetinná místa.

Jedna z úprav softwaru by proto v základním nastavení převzala data srážek na kůru z některého v České republice platného zdroje např. z Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v České republice 2008, kde dvojnásobek tloušťky kůry je dán vztahem:

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

Zde je k tloušťka kůry v cm. Vkládaná proměnná d_{sk} je průměr výřezu měřený v kůře v cm. Koeficienty p_0 až p_2 udávají hodnoty pro jednotlivé druhy dřevin (tabulka 2 Tabulka 2).

Tabulka 2: Parametry funkce závislosti tloušťky kůry na průměru dle dřeviny

Dřevina	P_0	P_1	P_2
SM	0.57723	0.006897	1.3123
BO	0.24017	0.001915	1.7866
BO - borka, MD	1.7015	0.008762	1.4568
BK	-0.04088	0.16634	0.56076
DB	1.2474	0.042323	1.0623

Zároveň by měla základní úprava softwaru nabízet zákazníkovi buď dané údaje pevně nastavit bez možnosti změn (což by se týkalo patrně většiny zákazníků) nebo by mu naopak měla umožnit dané parametry přenastavit dle vlastní potřeby. Počítám zde tedy i s možným uživatelem, který by mohl mít zájem o rozšířenou úpravu softwaru, tedy např. zadat přesný výsledek z terénního měření tloušťky kůry (např. dle metodiky uvedené v bakalářské práci HANZLÍK (2014). Z hlediska spotřeby času se sice jedná o velmi náročný způsob, ovšem i ten si za určitých podmínek může najít své zastánce.

5.1.3 Výpočet zásoby pomocí Československých objemových tabulek

Z domácí praxe od padesátých let dvacátého století vyplynula potřeba nových objemových tabulek. Pomocí matematických modelů a funkcí byly vytvořeny objemové tabulky pro nejběžnější domácí dřeviny. Tabulky jsou dvouargumentové, kde jsou proměnnými výčetní tloušťka (ve vzorcích jako D) a výška (H). Tabulky jsou rozděleny na několik částí. Jedná se o výpočet objemu kmene s hroubím do 7 cm, popř. včetně nehroubí do 3 cm a celých stromů. Veškeré výpočty je možné provádět s kůrou i bez kůry (PETRÁŠ, PAJTÍK, 1991). V pozdější době byly tyto tabulky přepsány do jazyku BASIC a byl vytvořen program „Obtab“, který sloužil k elektronickému výpočtu objemu pomocí těchto tabulek. Obdobného výpočtu lze dosáhnout i pomocí tabulkového editoru MS Excel. To by pomohlo převodu do stávajících softwarů průměrek.

Jako příklad použití ČSOT jsem vybral dřevinu smrk ztepilý (*Picea abies*). Pro výpočet byly využity rovnice z Tabulka 3 a koeficienty z Tabulka 4.

Vstupní proměnné jsou tedy výčetní tloušťka (D) a výška (H). Pro smrk ztepilý s výčetní tloušťkou 41 cm a výškou 28 m je výsledný objem stromu s kůrou 1,658 m³ a zásoba kmene 1,582 m³.

Za hlavní výhodou výpočtu objemu zásob porostů pomocí Československých objemových tabulek, vidím v jejich vzniku na československém území, data jsou pořízena z oblastí ve, kterých by byla i nadále uplatňována. Vložení dvou argumentů, jako u běžných tabulek, je vypočten nejen objem stromu, ale získáme tím i informaci o objemu kmene.

V kapitole 5.2.3 jsou uvedeny výsledky měření pomocí běžných postupů a pomocí Československých objemových tabulek. Tabulky se vzorci pro výpočet a tabulky s koeficienty pro jednotlivé dřeviny jsou uvedeny Příloha 5, 6 a 7.

Nejnovější verze 1.01 SW ProfiTAX, která vyšla počátkem roku 2016, již tuto změnu obsahuje. Výsledné objemy jsou počítány právě pomocí ČSOT a vyrovnané výšky jsou počítány pomocí upravené rovnice podle Michajlova.

Tabulka 3: Vzorce pro výpočet různých typů objemů smrku ztepilého

kmen	s kůrou	$v=A*(D+1)^B*H^C$
	bez kůry	$v=A*(D+1)^B*H^C$
strom	s kůrou	$v=A*(D+1)^B*H^C$
	bez kůry	
hroubí do 7 cm	s kůrou	$v=(A*(D+1)^B*H^C)-(A1*(D+1)^B1*H^C1)$
	bez kůry	$v=(A*(D+1)^B*H^C)-(A1*(D+1)^B1*H^C1)$

Tabulka 4: Tabulka s koeficienty pro smrk ztepilý

SM		A	B	C	A₁	B₁	C₁
<i>kmen</i>	s k.	4.01E-05	1.821816	1.132062			
	bez k.	3.20E-05	1.85E+00	1.15E+00			
<i>strom</i>	s k.	4.45E-05	1.812218	1.126097			
	bez k.						
<i>hroubí 7 cm</i>	s k.	4.01E-05	1.821816	1.132062	9.29E-03	-1.02037409	0.896100664
	bez k.	3.20E-05	1.85E+00	1.1474	8.29E-03	-1.02037409	0.896100664

5.1.4 Funkce sortimentačních tabulek

Současný software bych zároveň doporučil doplnit o sortimentační tabulky. Jedná se o speciální tabulky, které umožňují přímo v porostu při terénním měření na základě několika změřených vstupních veličin rozčlenit dřevní záso-

bu porostu na jednotlivé sortimenty. Sortimentální tabulky se dělí podle typu použití. Buď obecně na sortimentační tabulky pro celé porosty nebo na jednotlivé stromy (LAAR V. A., AKCA., 2007).

Sortimentační tabulky by mohly vycházet např. z práce HUBAČE a PAŘEZA (1973), které jsou součástí přílohy 10. Jedná se o procentické tabulky, kde jsou stromy zařazeny dle výčetní tloušťky $d_{1,3}$ do tloušťkových tříd a od toho je pak odvozeno procentuální zastoupení v jednotlivých jakostních třídách.

V případě potřeby vyšší přesnosti by mohl být software, na přání zákazníka, doplněn o sortimentační tabulky dle metodiky LOTS. Tzv. Lokálních objemových a sortimentačních modelů. Tato metoda vychází z matematicko-statistických výpočtů. Jedná se o postup, kdy dochází k zpřesnění sortimentace pomocí tvorby lokálních tvarových modelů kmenů (SLANINA, 2015). Předpokladem správného využití tohoto modelu je kalibrace pro zájmové území z exaktních taxačních veličin.

5.1.5 Funkce automatického oceňování

Po terénním měření a sortimentaci pomocí softwarového vybavení by mohla být pomocí přednastavených ceníků vypočtena přibližná cena zpeněžení. V severských zemích je tato funkce běžnou součástí vybavení. Ceníky jsou průběžně aktualizovány a programy zde používané jsou navrženy i pro tvorbu internetových aukcí. Propočty v terénu jsou tedy závazné podklady pro internetové aukce.

V podmínkách České republiky by bylo vhodné alespoň nastínění možného zisku z dat změřených rovnou v terénu. Jako ceníkové podklady by sloužily buď obecné průměrné ceny surového dříví pro tuzemsko vždy aktualizované pro daný rok podle dat statistického úřadu. Aktuální průměrné ceny surového dříví pro tuzemsko v roce 2015 jsou součástí přílohy 9 (Český statistický úřad, 2016). Druhou variantou by mohly být interní firemní ceníky. Základní nastavení by proto mělo pevně přednastavené sortimentační tabulky a naopak cena jednotlivých sortimentů by byla nastavitelná dle požadavků zákazníka.

5.2 Výsledky měření

V dnešní době je možné měřit objem stojících stromů s vysokou přesností pomocí moderních přístrojů. Zároveň je měření pomocí moderních přístrojů výrazně časově úsporné (zhruba třetinová spotřeba času proti klasickému vybavení) (LINHART, 2011; PRADÁČ, 2015). Výsledky zjištěné zásoby porostu by se tedy neměly zásadně lišit od skutečnosti max. v jednotkách procent v závislosti na heterogenosti a složení porostu. Náklady vynaložené na zvýšení přesnosti porostní zásoby nejsou lineární. Při snaze dosáhnout vysokých přesností náklady prudce stoupají a stanou se brzy nerentabilními. Tento trend vede k tomu, že zásoba stojících porostů je spíše orientační a cenné sortimenty jsou měřeny až při pni.

5.2.1 Terénní měření

Terénní měření proběhlo dle zadané metodiky. V průběhu měření byla získána data k výpočtu zásob jednotlivých porostů a zaměření pozic těžebních prvků pomocí GPS souřadnic. Výsledky byly zpracovány v tabulkovém editoru Microsoft Excel (v 15.0.4805.1003). Souhrnná data ze všech lokalit a měření upřesňuje Tabulka 5.

Tabulka 5: Souhrn Hg, Dg a zásob z terénního měření

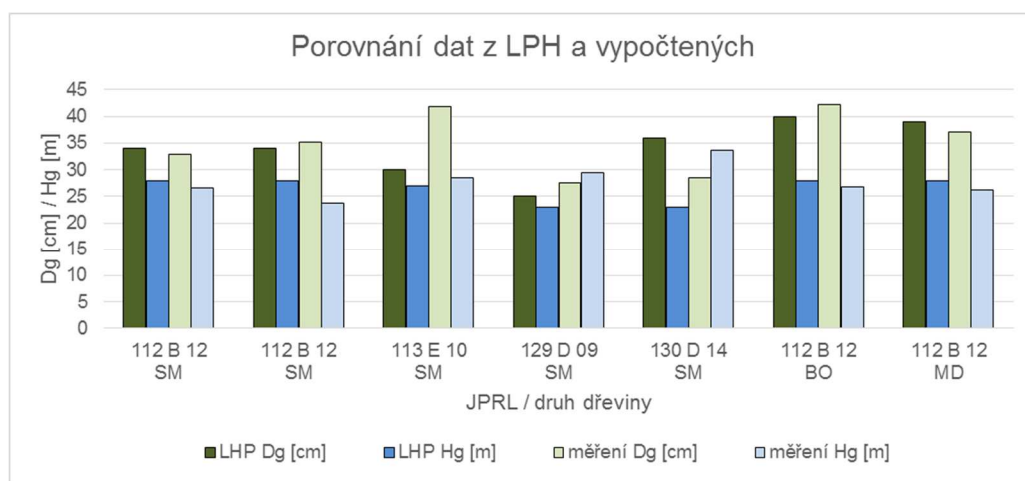
JPRL	Poznámka	Hg (m)	Dg (cm)	Zásoba (m ³)	Počet
112 B 12	Pod Obr.	26.50	32.80	58.71	59
112 B 12	Obrázek	26.20	41.50	26.92	17
113 E 10	Lasák	28.60	43.20	72.86	39
149 E 10	Pod silničkou	22.90	39.60	142.28	109
146 B 12	U jesliček	32.50	41.40	443.07	245
145 D 11	Černý les I	25.80	41.70	114.72	68
145 D 11	Černý les II	25.10	37.40	134.52	109
129 D 9	Radeč jih	27.60	29.50	26.29	27
130 D 14	U mohyly	28.50	33.70	51.65	38
183 D 11	Olešná	28.30	37.30	263.72	194
				1334.74	905

Výsledky jsou vypočítány dle softwaru TIMS CZ a ProfiTAX dle uvedené metodiky. Výsledky by bylo vhodné porovnat s daty získanými z měření pásmem a klasické průměrky prováděné těžařem, který používá Tabulky pro krychlení surového dříví v desetinách m³ nebo v lepším případě z přejímky z manipu-

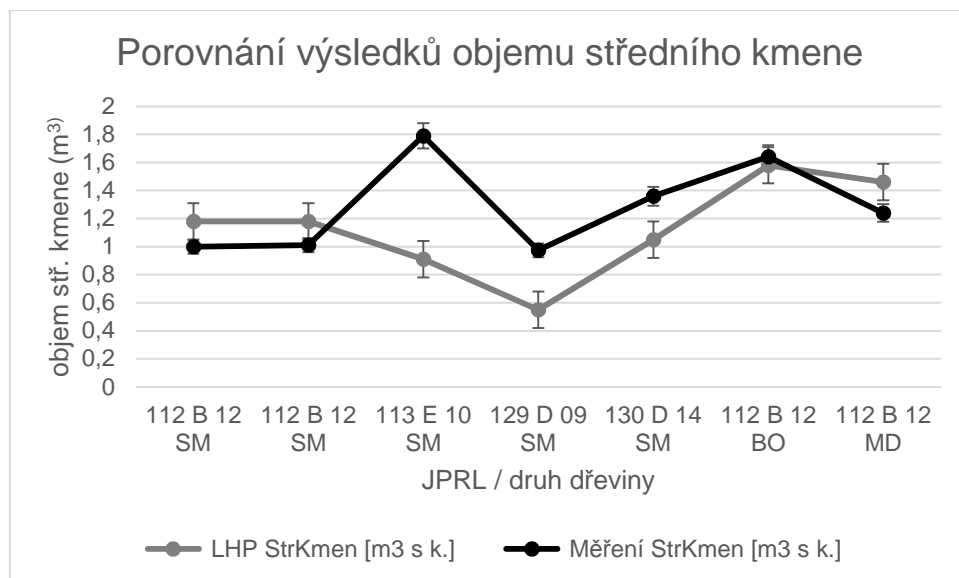
lační linky na manipulačním skladu. Bohužel, těžba daných těžebních prvků se buď vůbec neprovedla, nebo data získaná od těžařů nebyla dostatečně vylíšena od přiřazené okolní těžby, která však nebyla zaznamenána. Proto bylo nutné od porovnávání výsledků upustit, jelikož nezkršených výsledků se nedalo dosáhnout.

5.2.2 Lesní hospodářský plán

Součástí práce je porovnání mnou změřených dat s platným lesním hospodářským plánem, který skončil k 31. 12. 2015. V době terénního měření se tedy LHP nacházel v posledním roce decennia platnosti. V době zpracování dat nebyl dosud nový LHP k dispozici. LHP dává přehled o přírodních, technických a ekonomických podmínkách hospodaření a současném stavu (SIMON, V., VACEK, S, 2008). Porovnání bylo možné pouze u několika porostů, ke kterým mi byla poskytnuta hospodářská kniha. Porovnání dat měřených a zjištěných z hospodářské knihy je uvedeno v Graf 2.



Graf 2: Porovnání dat z LPH a vypočtených z terénního měření



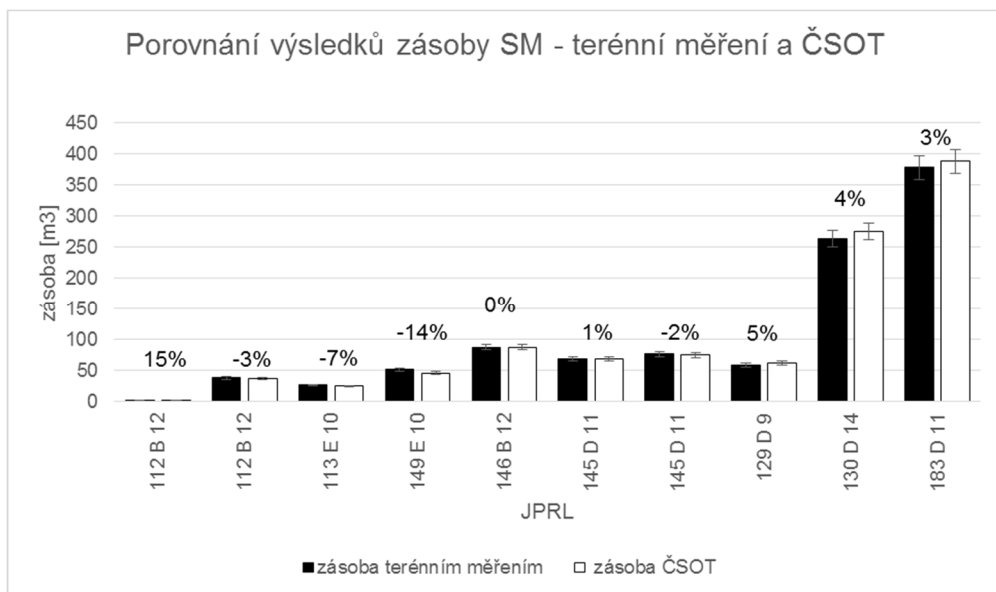
Graf 3: Porovnání dat objemu středního kmene dle dat z LHP a výpočtu z měření

U objemu středního kmene, který je uveden v grafu 3, vidíme podobnost u měření a dat z LHP. U porostu 113 E 10 se jednalo o porostní zbytek, který zůstával roky nedomýcen, takže se nedá říci, jak mohl vypadat začátkem de-cennia. Porosty 129 D 09 a 130 D 14 jsou porosty, které se rozkládají na vrcho-lu a exponovaných stanovištích kopce Radeč. Je tedy jasný rozdíl mezi daty z terénního měření na exponovaném stanovišti a průměrnými hodnotami z LHP. Zároveň je jisté, že změřené údaje jsou ovlivněny charakterem těžebního prvku, který je obvykle pouhým zbytkem původního porostu. Také data LHP jsou zatí-žena nepřesností danou způsobem obvykle nepřiliš kvalitního sběru dat.

5.2.3 Československé objemové tabulky (ČSOT)

V kapitole 0 byly popsány výpočty pomocí ČSOT a možnost jejich využití v softwaru digitálních registračních průměrek. Pomocí výpočtu v tabulce v příloze 8 byl vypočítán výsledek pro ukázkovou dřevinu smrku ztepilého.

I na takto malém vzorku, jako bylo měření celkem 715 jedinců smrku ztepilého, je patrné, že rozdíl mezi druhy výpočtů se se zvyšujícím objemem měřené zásoby zmenšuje. V aritmetickém průměru ze všech měření je tento procentuální rozdíl pouze 0,21%. Při použití váženého průměru, který zahrnuje celkový objem všech jedinců smrku ztepilého a celkové velikosti jednotlivých těžebních prvků, je procentuální rozdíl 5,5%.



Graf 4: Porovnání výsledků zásoby smrku ztepilého

Způsob výpočtu celkového objemu zásob všech dřevin pomocí daného softwaru průměrky a ČSOT tvoří při použití totožných dat pro výpočet procentuální rozdíl 2,8% viz tabulka 6.

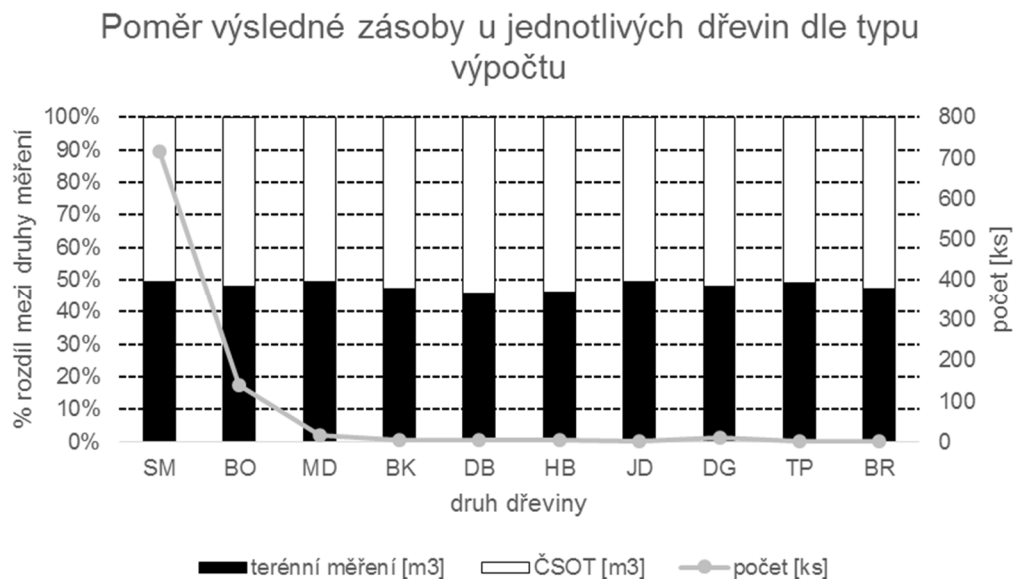
Tabulka 6: Výsledný objem SM z terénního měření a Československých objemových tabulek

ter_celk	1334.7 m ³
csot_celk	1373.8 m ³

Tabulka 7: Výsledná zásoba jednotlivých dřevin dle typu měření

dřevina	SM	BO	MD	BK	DB	HB	JD	DG	TP	BR
terénní měření (m³)	1048.8	184.9	47.8	11.2	17.7	1.2	1.8	12.3	6.3	2.6
ČSOT (m³)	1064.1	199.0	48.6	12.5	20.9	1.4	1.9	13.3	6.5	2.9
počet (ks)	715	139	17	5	6	5	1	12	3	2

V Tabulka 7: Výsledná zásoba jednotlivých dřevin dle typu měření je součet objemů veškerých měřených kusů rozdělených dle druhů dřevin. V Graf 5 je zobrazení poměru jednotlivých druhů měření, které je uvedeno na hlavní ose. Na vedlejší ose je uveden počet měřených kusů.



Graf 5: Procentuální poměr zásoby pro jednotlivé druhy dřevin a dle typu výpočtu

Nespornou výhodou Československých objemových tabulek je nejen jejich přesný výpočet objemu celého stromu s kůrou, ale i možnost výpočtu dřevní hmoty kmene bez kůry nebo výpočet objemu nehroubí.

Pomocí filtrů nebo jednoduššího přepínání mezi výsledky bychom mohli rovnou v terénu říci, že ze změřeného porostu 130 D 14 je objem celých stromů s kůrou 275,46 m³ a kmenů bez kůry 240,95 m³. V návaznosti na předchozí kapitoly funkce automatické sortimentace (kapitola 5.1.4) a oceňování (kapitola 5.1.5) by takovýto software tvořil komplexní terénní odhad peněžního zhodnocení dřevní hmoty.

5.3 Mapová vizualizace

Za použití externího GPS lokátoru QSTARZ BT-Q1000XT a softwaru digitální registrační průměrky Digitech Professional byly zaměřeny polohy všech měřených porostních prvků. Intervaly zaznamenávané měřením byly nastaveny na vzdálenost 5 m v bodové struktuře, protože se jedná o nejjednodušší geografický symbol (KLIMEŠOVÁ, 2006). Měření ploch lesních porostů je problémové z důvodu kvality přijímaných dat. Data jsou zkreslená sníženým přenosem z GPS lokátoru a to nejčastěji ve složitějších terénech nebo při silném korunovém zápoji (VANIŠ, KOCÁB, 2006). GIS technologie je v lesním hospodářství

velmi rozšířená. V současné době jsou lesnické mapy v digitální podobě a bývají propojené s databázemi údajů LHP a LHE (TOLLINGEROVÁ, 1996).

Datový soubor, který je exportován průměrkou ve formátu .KML může být využit pro vizualizaci například v programu Google Earth Pro. Ukázka vizualizace měřených lesních těžebních prvků je v příloze 18. Mapové přílohy mohou sloužit jako podklady pro umístění těžeb popřípadě technologickou kartu pracoviště.

5.3.1 Využití v pěstební činnosti

Pro následné zalesnění a jeho plánování mohou sloužit právě tyto vytvořené mapové vizualizace těžeb. Ať se jedná o složitější tvary, tak s kvalitním GPS lokátorem či přímo GPS modulem pro zařízení Haglöf Sweden, můžeme na mapovém výstupu v PC ověřit změřenou plochu díky ortofotomapě v programu Google Earth nebo zda hranice těžené plochy porostu odpovídá hranicím v digitální mapě LHP. Ukázka realizace a návrhů oplocenek je v příloze 14 až 17.

Při vložení datového podkladu do digitalizované mapy LHP je pak možné v několika krocích naplánovat možné zalesnění nebo například umístění oplocenek:

- import dat z průměrky do PC a do programu pro zpracování mapových podkladů LHP (například HA-SOFT Lesnická výroba a mzdy),
- generalizace linií v případě viditelně špatného zaměření (například odskočení bodu o 100 m),
- získání informací o vložené vrstvě, případně ruční přeměření pomocí pomůcek nabízených v programu,
- plánování umístění oplocenek (možné měření délek jednotlivých stran pro výpočet materiálu) a ostatního zalesnění – zanesení do plánu obnovy i s možností vytisknutí mapového podkladu.

5.4 Možnosti využití moderních metod při efektivním zjišťování dendrometrických parametrů lesních porostů v provozních podmínkách firmy Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o.

Digitální průměrky a výškoměry - použití těchto moderních přístrojů ve firmě Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o. je poměrně obtížné. Základním problémem je zde odlišný způsob hospodaření oproti LČR. Těžební prvky nejsou dopředu přeměřovány, jednotlivé hranice ploch těžeb jsou pouze označeny pomocí spreje a výsledný objem těžených stromů je zjišťován poprvé s prvotní evidencí prováděnou při pni. Využití moderních průměrek by zde bylo možné pouze při kontrolách hromad a hraní prováděných THP. Za těchto podmínek by však nákup těchto moderních přístrojů byl nerentabilní.

Z důvodu vyšší potřebné přesnosti by ovšem bylo poměrně praktické, aby byl moderní digitální průměrkou vybaven současný manipulační sklad v Holoubkově. Zde se nachází manipulační linka, kde by bylo praktické využití digitální průměrky pro průběžnou kalibraci. Zároveň sem bývají sváženy cenné sortimenty dřevin ze všech polesí a patrně i v tomto případě by digitální průměrka našla své uplatnění.

Pro nákup dalšího propojeného vybavení ať už nových výškoměrů či GPS zařízení by muselo dojít ke změnám v provozu ve větším rozsahu. Při modelu fungování této firmy je využití těchto moderních technologií ve větším rozsahu neefektivní.

5.4.1 Návrh moderních přístrojů

Pro nejširší využití pro potřeby manipulačního skladu, oddělení odbytu či pro jednotlivá polesí bych doporučil digitální registrační průměrku Digitech Professional II od firmy Haglöf Sweden. Důvodem je možnost univerzálního použití pro různé druhy měření. S využitím přídatného vybavení jako je modul DP GPS, který slouží zaznamenávání polohy bez nutnosti dalšího externího přístroje (GPS lokátoru). Dále pak příslušenství Digitech Tape pro měření výřezů a urychlení měření hraní po harvestorové těžbě.

Software pro DP II bych doporučil program TIMS CZ, který svojí univerzálností použití vystačí na všechny zde používané výkony.

Výškoměry již tato firma vlastní a používá. Konkrétně disponuje modelem Forestry PRO od společnosti Nikon. V současnosti jsou využívány především při plánování oplocenek a myslivecké činnosti pro měření vzdálenosti. Pro měření s doporučenou průměrkou tento model není vhodný, protože nemá funkci přenosu měřených výšek pomocí technologie Bluetooth. Při současném způsobu provozu tato skutečnost ani příliš nevadí. V případě, že by nastala změna v řízení provozu a výškoměry našly širší uplatnění, bylo by vhodné pořídit výškoměry propojitelné s průměrkou. U současného výškoměru má změřená výška sice dostatečnou přesnost, ale musela by být vkládána do registrační průměrky DP II ručně, což by bylo značně nepraktické. Z tohoto důvodu bych doporučil zařízení Vertex Laser 5 (VL5). Jedná se o něco robustnější přístroj, ale pro export dat využívá technologii Bluetooth a měření výšek provádí přesněji díky možné kombinaci technologie ultrazvuku a laseru.

Podobná situace jako u výškoměru je i u GPS zařízení. Firma v současné době disponuje GPS zařízením GARMIN GPSmap 62s. Toto zařízení umí měřit plochy a zaznamenávat je pomocí prošlých bodů. Opět chybí možnost propojení s DP II pomocí Bluetooth technologie.

6 Diskuze

Práce měla za úkol uvedení praktického využití moderních nástrojů a metod měření porostních parametrů v provozních podmínkách nestátního majetku. Proto byl vybrán majetek největšího soukromého vlastníka lesa a to firmy Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o., ve které byly, po projednání zadání práce, vytipovány porosty pro měření. Ve spolupráci s THP lesního úseku Sklená Huť na polesí Lhota bylo vypracováno měření jednotlivých porostů pro získání terénních dat.

V návaznosti na bakalářskou práci Zjišťování dendrometrických charakteristik lesního porostu moderními prostředky (HANZLÍK, 2014) a jejími závěry o budoucím vývoji měřicí techniky a trendu nabízeného volitelného příslušenství, byl vypracován přehled o možnostech vybavení digitální registrační průměrky společnosti Haglöf Sweden Digitech Professional II. Dále pak uvedením nových přístrojů finské značky Masser a Haglöf Sweden. Pro dokončení popisu přístrojového vybavení byla vypracována kapitola o softwarovém vybavení. Popis programů, které se využívají v nejnovějších průměrkách DP a DP II, je rozveden do detailů jako organizační struktura programu, nastavení nebo způsoby výpočtu. Může tedy sloužit jako návod pro používání pro začínající měřiče s touto technikou nebo jako rozšíření znalostí o této problematice. Vychází se z materiálů společnosti Silvi Nova CS, a. s., která je výhradním distributorem přístrojů značky Haglöf Sweden na český trh a samotné společnosti Haglöf.

V kapitole o výsledcích této práce byl rozveden návrh na úpravu softwaru TIMS CZ pro navigaci mezi měřenými stromy, aby ovládání bylo intuitivnější, respektive ve stejném nastavení jako všechny ostatní přístroje. Ergonomií u přístrojů DP a DP II a jeho dopadu se zabýval ve své práci KOTEK (2015).

Dalším návrhem je rozšíření aplikací o funkce automatické sortimentace měřených stromů a následné ocenění těchto sortimentů. Sortimentace by byla možná pomocí některých z používaných obecných sortimentačních tabulek (PAŘEZ J, 1985) nebo novějších lokálních sortimentačních tabulek, jak popisuje ve své disertační práci STOLARIKOVÁ (2014). Fáze oceňování by byla prováděna pomocí tabulkových přehledů cen zpeněžení sortimentů, které by navazovaly na zjištěné poměry jednotlivých sortimentů a vytvářely by vlastníkově představu

o možném zpeněžení daného porostu. Tyto ceníky by bylo možné aktualizovat nebo vyměňovat za jiné. Používat by bylo možné vlastní vnitrofiremní ceníky nebo ceníky vydávané statistickým úřadem.

U programového vybavení ProfiTAX verze 1.00 a TIMS CZ jsou objemy stojících stromů vypočítávány pomocí nepravé výtvarnice. Program ProfiTAX byl vyvinut podle požadavků LČR, s. p. a ve své verzi 1.00 má výtvarnice fixně nastavené. Nedají se měnit, pouze prohlížet. Pevně nastavené výtvarnice udávají jedinou hodnotu, se kterou bude program počítat nehledě na to, jestli je vhodně nastavená pro danou lokalitu měření. Nejnovější verze 1.01 (resp. LCRTax verze 1.03) už disponuje výpočtem jednotlivých objemů podle ČSOT (PETRÁŠ, PAJTIK, 1991), čímž se řada nepřesností odstranila. U programu TIMS CZ jsou nastavitelné nepravé výtvarnice pro každou dřevinu a dávají tak na výběr, jestli se bude uživatel držet předpokládaných tabulkových hodnot pro výtvarnici nebo si vypočítat vlastní lokální výtvarnice a výtvarnicové výšky. Pro podmínky nestátního podniku, ve stavu v jakém se nachází společnost Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o., bych se rozhodl pro volnou nastavitelnost a tvorbu vlastních lokálních výtvarnic.

Výsledky terénního měření měly být konfrontovány s výstupy od THP nebo s výstupy z manipulační linky. Všechny změřené těžební prvky se však nepovedlo vytěžit v požadované době. Navíc v době, která uběhla od samotného změření a momentem, kdy se těžba prováděla, přibyly v okolí nahodilé těžby jedinců stromů. Bohužel se mi nepodařilo uhlídat, aby těžaři oddělili ostatní nahodilé těžby od mnou změřených a označených vlastní značkou. Stejně tak uložení změřených stromů traktoristou na vlastní skládku a následné přeměření na manipulační lince nebylo zrealizováno. Výsledky terénního měření, které se provádělo na podzim 2015, byly proto pouze porovnávány s výsledky pomocí Československých objemových tabulek a údaji z LHP.

Bylo změřeno 905 stromů v celkovém objemu 1334,74 m³. Měření probíhalo v deseti porostech na území lesního úseku Sklená Huť a jeho okolí. Porosty byly změřeny a po konzultaci s THP vyznačeny k těžbě. Jedním z pokusů bylo ověřit data z LHP. Ve většině případů se ukázalo, že data v hospodářské knize jsou nadhodnocená a to i přes skutečnost, že byla použita data získaná

terénním měřením v posledním roce platnosti LHP. Ověřování s ČSOT bylo prováděno zvlášť pro dřevinu smrku ztepilého (*Picea abies*) a pak pro celý soubor všech dřevin. U měření smrku ztepilého se moje výsledky měření s ČSOT rozcházejí při použití váženého průměru o 5,5%. Pro vytvoření váženého průměru byl zjištěný celkový objem pro dřevinu smrku ztepilého a celkové velikosti jednotlivých těžebních prvků. Při porovnání dat z celkového souboru měření je rozdíl pouze 2,8%. Obdobného výsledku bylo dosaženo v bakalářské práci (HANZLÍK, 2014), kde výsledek rozdílu všech měření byl 1,6 %.

Pro měření nebyla použita metoda zkusných ploch či transektů, jak ve svých pracích popisují PRADÁČ (2015) a KOKAVEC (2015), i když ji programové vybavení nabízí. Jednalo se o získávání dendrometrických veličin v porostních prvcích, které nejsou pro tyto metody vhodné.

Je viditelný jasný trend zvýšení oblíbenosti moderních technologií, které urychlují a zpřesňují měření dendrometrických veličin a to především v sektoru státních Lesů České republiky, s. p., které nakoupily digitální registrační průměrky Haglöf Digitech Professional a výškoměry řady Vertex Laser 400 a TruPulse 200B. Pro vlastní potřebu si nechaly vytvořit software „na míru“ LCRTax. Pro ostatní subjekty nestátního sektoru jsou moderní přístroje často drahé a neziskové v kombinaci se způsobem jejich hospodaření.

Ve firmě Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o. je použití moderních přístrojů poměrně nerentabilní vzhledem k vysokým pořizovacím nákladům těchto přístrojů a odlišnému způsobu řízení firmy od státních podniků. V současné době bych proto doporučil vybavit tuto firmu maximálně několika málo kusy průměrek DP II. Určitě bych doporučil nákup průměrky DP II na manipulační sklad v Holoubkově a dále zvážil nákup těchto průměrek pro jednotlivá polesí. Obávám se, že na rozdíl od manipulačního skladu, by byly tyto drahé moderní přístroje spíše opomíjenými pomůckami.

V současné době by bylo vhodné, aby jednotliví hajní byli vybaveni a proškoleni pro práci s moderním GPS zařízením. Tato zařízení zjednodušuje měření holin a zároveň napomáhá k jejich přesnému zaznamenání do LHE.

Lze předpokládat, že i v jiných nestátních podnicích bude z větší části podobné hospodaření jako u firmy Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o. Významné použití moderních dendrometrických přístrojů by bylo možné spíše u podniků, kde by byl systém hospodaření nastaven podobně jako u LČR. Tedy dřevo v lese by bylo v mýtním věku v době určené k těžbě změřeno (vysvěrkováno naplno) a systémem komplexních zakázek popř. aukcí dále prodáváno.

7 Závěr

Tato práce je pokračováním práce bakalářské a přináší přehled nejnovějších přístrojů a příslušenství pro měření dendrometrických veličin moderními prostředky. Popisuje podrobně software používaný v digitálních registračních průměrkách značky Haglöf Sweden a jeho možnosti využití a výpočtů.

Byl vypracován návrh softwarových úprav z hlediska pohodlnosti používání přístroje a rozpracované úpravy pro komplexnější využití přístroje. Srážka na kůru a její výpočet pomocí platné legislativy je jedním z návrhů, protože v programu TIMS CZ zatím nefunguje, ačkoliv jde o důležitou součást při výpočtu zásoby dřevní hmoty. Dále bylo navrženo přidání funkce automatické sortimentace a ceník jednotlivých sortimentů. Tyto funkce tvoří společně terénní oceňovací systém, který by dal přímo v terénu představu o možném zpeněžení.

Pro další využití GPS dat, byl navržen export do prostředí pro práci s digitalizovanými mapovými podklady. V tomto případě do správy mapových podkladů Lesnická výroba a mzdy firmy HA-SOFT, kde byly založeny do zvláštní mapové vrstvy a připraveny jako datový podklad pro obnovu lesa.

Terénní měření proběhlo na podzim 2015 na pozemcích nestátního lesního majetku Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o. Bylo změřeno celkem 10 těžebních prvků, které měly charakteristiku porostního zbytku či porostní stěny, které vznikly po narušení porostů abiotickými činiteli. U měřených těžebních prvků byla vypočtena celková zásoba na 1334,74 m³ pro 905 měřených stromů. Výsledek měření byl porovnán se záznamy v hospodářské knize, která je součástí LHP s platností do 31. 12. 2015. Záznamy v hospodářské knize jsou ve většině případů nadhodnocené a to i na konci platnosti LHP.

Návrh výpočtu pomocí Československých objemových tabulek je již obsažen ve verzi 1.01 softwaru ProfiTAX, který byl použit již začátkem roku 2016. Tento způsob výpočtu lze hodnotit jako vítanou změnu SW v českém prostředí.

Na vzorku 715 stromů smrku ztepilého (*Picea abies*), které byly terénně změřeny, byl vypracován i výpočet pomocí Československých objemových tabulek, který ukazuje rozdíly mezi druhy měření. Při použití váženého průměru, je procentuální rozdíl zásob 5,5%. Největší rozdíly vnikaly na porostech, kde byl

objem měření do 50 m³. Pro porovnání celkový procentuální rozdíl pro všechny dřeviny mezi měřeními je 2,8%. Výhodou použití Československých objemových tabulek je, že již při terénním měření by se dalo vypočítat, jaký je objem stojících stromů s kůrou a bez kůry.

Význam použití moderních dendrometrických přístrojů je u nestátních podniků z důvodů způsobu hospodaření převážně zanedbatelný. Konkrétně u firmy Colloredo-Mannsfeld spol. s r.o. nedochází k většímu rozsahu využití průměrek nebo výškoměrů. Průměrky jsou zpravidla používány pouze ke kontrole vytěžené dřevní hmoty po těžbařích. Větší využití je u GPS zařízení, které slouží k měření ploch holin nebo k zaměřování oplocenek. V současnosti by bylo vhodné vybavit digitální průměrkou manipulační sklad v Holoubkově, kde dochází k průběžné kalibraci měřících přístrojů manipulační linky. Zároveň zde často dochází k prodeji např. cenných dubových sortimentů a jejich přeměřování.

8 Literatura

KORF, V.: *Dendometrie*. Vydání první. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1953. 327 stran.

KOKAVEC, J.: *Možnosti využití moderních technologií pro efektivní zjišťování dendrometrických parametrů lesních porostů v provozních podmínkách SR*. Diplomová práce. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. 66 stran.

KOTEK, V.: *Možnosti využití moderních technologií zjišťování dendrometrických parametrů lesních porostů v provozních podmínkách ČR*. Diplomová práce. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. 102 stran.

KUŽELKA, K., a kol.: *Měření lesa – Moderní metody sběru a zpracování dat*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. 164 stran. ISBN 978-80-213-2498-5.

LAAR V. A., AKCA A.: *Forest Mensuration*. Published by Springer, Nizozemsko, 2007. 377 stran. ISBN – 13 978-1-4020-5990-2.

LHP 2006 Lesní hospodářský plán 2006-2015, všeobecná část LHP. Le-siprojekt Stará Boleslav, s. r. o. LHC JCM LRS Zbiroh.

LINHART, Z.: *Digitální průměrky a klasická metoda svěrkování porostů*. Lesnická práce 4/11, Kostelec nad Černými lesy, 2011. Dostupné z: <http://www.silvarium.cz/lesnicka-prace-c-4-11/digitalni-prumerky-a-klasicka-metoda-sverkovani-porostu> (cit. 15. 2. 2016).

MARUŠÁK, R., URBÁNEK, V., ŠEBEŇ, V.: *Dendrometrické přístroje pomocky pre efektívne mearnie lesa*. Zvolen: Národné lesnícke centrum, 2009. 98 stran. ISBN 978-80-8093-097-4

MAŠÁŇ, P.: *Lesní hospodaření 19. století*. Diplomová práce. Brno, Masarykova univerzita, Filozofická fakulta, Historický ústav, 2010.

PAŘEZ J.: *Procentické sortimentační tabulky pro smrkové, borové, bukové a dubové kmeny různé jakosti*. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 1985. 64 stran.

PETRÁŠ, R. PAJTÍK, J.: *Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín*. Lesnícky časopis. 1991, ročník 37., č. 1, 49-56.

Pradáč, J.: *Možnosti využití alternativních metod při efektivním zjišťování dendrometrických parametrů lesních porostů v provozních podmínkách ČR*. Diplomová práce. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. 86 stran.

SIMON, V., VACEK, S.: *Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů*. 1. vydání. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 126 stran. ISBN 978-80-7375-131-9

SLANINA, S.: *Experimentální porovnání stávajících sortimentačních tabulek s STM daty z harvestoru*. Disertační práce. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. 129 stran.

STOLARIKOVÁ R.: *Tvorba lokálních sortimentačních tabulek pro dřevinu smrk ztepilý (Picea abies (LINNAEUS) KARSTEN)*. Disertační práce. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. 272 stran.

Svaz zaměstnavatelů dřevozpracujícího průmyslu et al.: *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice 2008*. 2. vydání. Kostelec nad Černými lesy: Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce, s. r. o., 2007. 147 stran. ISBN 978-80-87154-01-4

ŠMELKO, Š.: *Dendometria*. Zvolen: Technická univerzita ve Zvoleně, 2000. 399 stran. ISBN 80-228-0962-4

ŠMELKO, Š.: *Meranie lesa a dreva*. 1. vydání. Zvolen: ÚVVP LVH, 2003. 239 stran. ISBN 80-89100-14-7

TOLLINGEROVÁ, D.: *GIS Geografické informační systémy*. Svazek 43. Frýdek-Místek: Josef Kleinwächter- tiskárna, 1996. 25 stran.

VANIŠ, P., KOCÁB, M.: *Testování aparatur GPS pro navigační systémy a mobilní sběr geodat*. Zdíby: Výzkumný ústav geodetický, typologický a kartografický, 2006. 13 stran.

Dokumentace:

Haglöf Sweden AB.: *Digitech Professional*. Manual eng. Sweden: Haglöf Sweden AB, 2005. 36 stran.

Haglöf Sweden AB.: *HEC-R*. Manual eng. Sweden: Haglöf Sweden AB, 2005. 8 stran.

Haglöf Sweden AB.: *MANTAX Digitech*. Manual eng. Sweden: Haglöf Sweden AB, 2011. 24 stran.

Haglöf Sweden AB.: *Measurement Solutions in Forest and Field*. Sweden: Selma Solution AB, 2015. 24 stran.

Haglöf Sweden AB.: *Users Guide Vertex IV and Transponder T3*. Manual eng. Sweden: Haglöf Sweden AB, 2007. 27 stran.

Haglöf Sweden AB.: *Vertex laser VL402. User's manual*. Sweden: Haglöf Sweden AB, 2011. 44 stran.

Nikon s. r. o.: *Laserový dálkoměr s výškoměrem Nikon 550AS/Forestry 550*. Uživatelská příručka. Praha, 2008. 12 stran.

Silvi Nova CS, a. s.: *Elektronické přístroje pro zjišťování zásob Vertex Laser*. Uživatelská příručka. Praha: Silvi Nova CS a. s., 2008. 20 stran.

Silvi Nova CS, a. s.: *Mantax DigiTech*. Uživatelská příručka. Praha: Silvi Nova CS a. s., 2008. 20 stran.

Silvi Nova CS, a. s.: *Výškoměr Haglöf C II*. Uživatelská příručka. Praha: Silvi Nova CS a. s., 2012. 4 strany.

URBÁNEK. V.: *Digitech Professional TIMS CZ*. Uživatelská příručka (SW). Praha: Silvi Nova CS, a s., 2011. 41 stran.

Česko. Vláda. Zákon č.289/1995 Sb. Zákon Parlamentu České republiky o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). 1995, Česká republika. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni->

predpisy-mze/chronologicky-prehled/Legislativa-MZe_puvodni-zneni_Zakon-1995-289-lesnictvi.html poslední aktualizace 6. 2. 2016 (cit. 20. 2. 2016).

Česko. Vláda. Usnesení Vlády České republiky ze dne 2. února 2011 č. 84 ke Koncepti Ministerstva zemědělství k hospodářské politice podniku Lesy České republiky, s. p., od roku 2012. „Dřevěná kniha“. 2011, Praha.

Forestry Suppliers Inc.; dostupné online: <http://www.forestry-suppliers.com/> (cit. 30. 3. 2016)

Masser Oy; dostupné online: <http://www.massar.fi/products/> (cit. 30. 3. 2016)

Metody a způsoby umístování dříví na trh v podmínkách privátního a komunálního vlastnictví lesů, 2013. Dostupné z: <http://www.sortimentace.cz/Sbornik.pdf> poslední aktualizace 13. 5. 2014 (cit. 12. 1. 2016).

Přílohy

Příloha 1: Zaměřená oblast po větrné kalamitě březen 2015

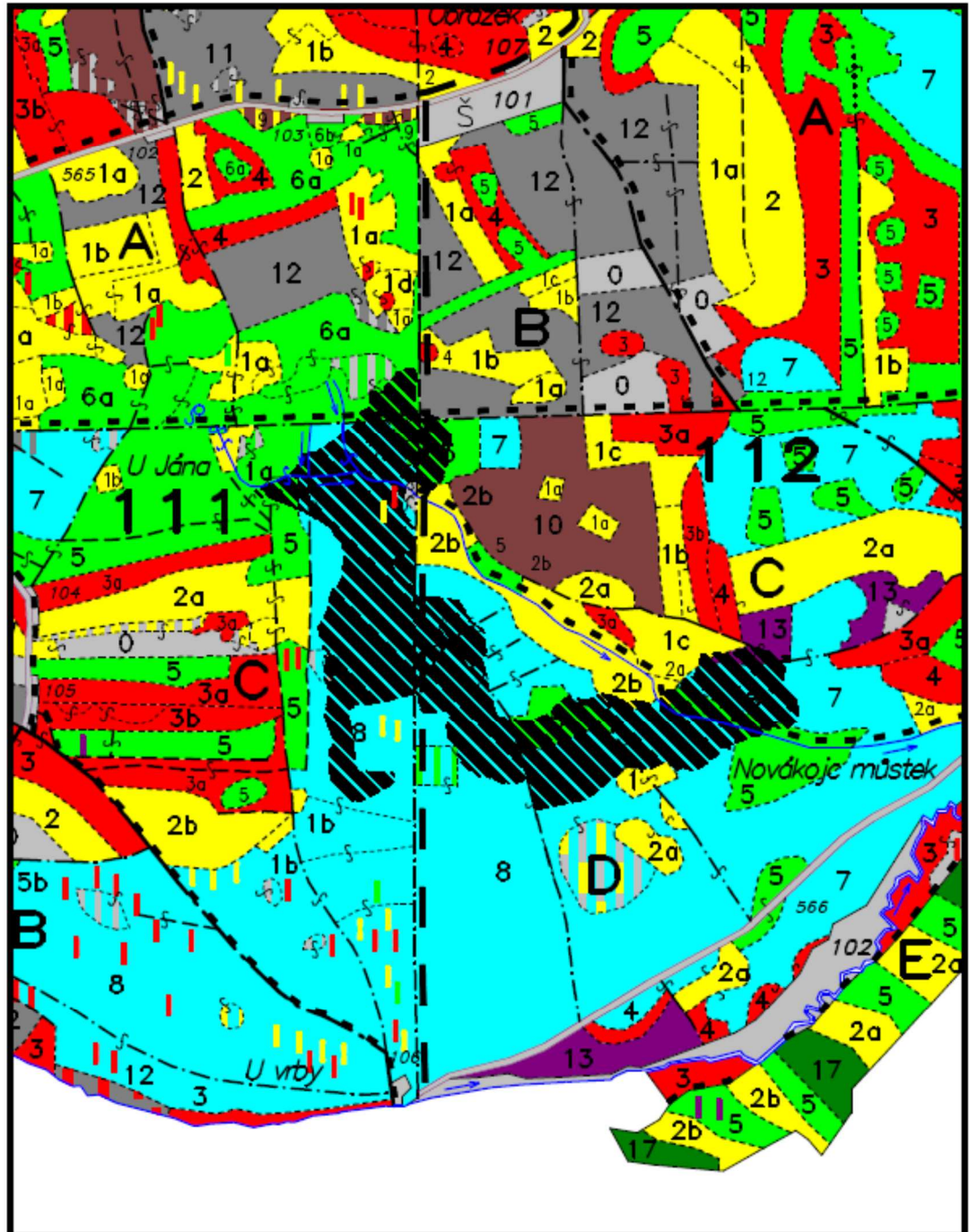
Mapa

LHC 317702 JCM LRS Zbiroh

Platnost 1.1.2006-31.12.2015

Vlastník 1

jméno Ing. Jerome Colloredo-Mannsfeld



M 1 : 5000

Pozn...
Pozn...

Příloha 2: Pohled na holinu po větrné kalamitě březen 2015 (z jižního okraje)



Příloha 3: Terminál průměrky Digitech Professional



Příloha 4: Tabulka výsledků ČSOT

	dřevina	ks	zásoba ve věnémín měřenin	dg	hg	Kmen		Strom		Hroubki do 7 cm		zásoba Petrářovinní polytrny	rozi zřsoby stromy	Zřsoba - kmeny	Rozdíl stromy - kmeny
						s k.	bez k.	s k.	bez k.	s k.	bez k.				
112 B 12	Pod Obr.	SM	1	1,01	351	23,7	1,128	1,033	1,185	1,123	1,029	1,185	0,175	1,03	0,15
112 B 12	Ovrřezek	SM	21	37,66	418	28,4	1,663	1,531	1,743	1,659	1,527	36,612	-1,048	32,15	4,46
		BO	15	24,67	422	26,7	1,635	1,502	1,770	1,633	1,500	26,544	1,874	22,53	4,02
		MD	1	1,24	370	26,2	1,237	1,130	1,331	1,234	1,127	1,131	0,091	1,13	0,20
113 E 10	Lasřk	SM	27	26,29	295	27,6	0,864	0,788	0,908	0,858	0,783	24,522	-1,768	21,27	3,25
		BO	17	33,25	447	28,2	1,932	1,780	2,087	1,930	1,778	35,471	2,221	30,27	5,20
		MD	1	1,95	461	26,6	1,942	1,790	2,115	1,941	1,788	2,115	0,165	1,79	0,32
149 E 10	Pod slinřřkou	SM	38	51,65	337	28,5	1,140	1,044	1,197	1,135	1,039	45,477	-6,173	39,65	5,82
		BO	46	51,41	371	23,2	1,106	1,008	1,206	1,104	1,006	55,478	4,068	46,39	9,09
		TP	3	6,34	496	25	1,752	1,673	3,069	2,891	2,526	9,208	2,868	5,02	4,19
		MD	3	5,93	480	24,4	1,938	1,785	2,137	1,936	1,784	6,412	0,482	5,36	1,06
		BK	1	1,43	369	26,7	1,320	1,221	1,594	1,435	1,320	1,594	0,164	1,22	0,37
146 B 12	U jesřřek	HB	5	1,2	227	12	0,191	0,177	0,278	0,208	0,192	1,389	0,189	0,89	0,50
		SM	48	87,61	427	28,5	1,735	1,597	1,818	1,731	1,594	87,247	-0,363	76,68	10,57
		BO	5	15,5	504	33,6	2,904	2,697	3,104	2,902	2,695	15,521	0,021	13,48	2,04
		MD	10	34,76	521	35	3,227	3,002	3,442	3,225	3,001	34,425	-0,335	30,02	4,40
		DB	4	14,46	556	31,2	3,305	2,762	4,287	3,880	3,160	17,149	2,689	11,05	6,10
145 D 11	Černý les I	SM	50	67,83	390	25,6	1,307	1,200	1,372	1,304	1,196	68,607	0,777	59,98	8,63
		JD	1	1,84	479	22,2	1,777	1,610	1,882	1,775	1,608	1,882	0,042	1,61	0,27
		BO	16	20,09	373	26,1	1,252	1,144	1,349	1,249	1,142	21,577	1,487	18,31	3,27
		DB	1	1,26	401	19,6	1,154	0,918	1,524	1,345	1,053	1,524	0,264	0,92	0,61
		BK	2	3,92	474	20,4	1,604	1,501	2,114	1,866	1,732	4,228	0,308	3,00	1,23
145 D 11	Černý les II	SM	51	75,97	419	24,2	1,394	1,280	1,462	1,390	1,277	74,567	-1,403	65,27	9,30
		DG	12	12,34	336	24,7	1,058	0,951	1,110	1,055	0,949	13,320	0,980	11,42	1,90
		BO	40	40	344	24,4	1,058	0,951	1,110	1,055	0,949	44,401	4,401	38,06	6,34
		MD	2	3,94	465	26,3	1,955	1,801	2,132	1,953	1,800	4,264	0,324	3,60	0,66
		DB	1,94	437	25,4	1,748	1,425	2,221	1,969	1,586	2,221	2,221	0,281	1,43	0,80
		BK	2	5,86	536	26	2,592	2,435	3,352	3,059	2,850	6,704	0,844	4,87	1,83
		BR	2	2,61	417	24,6	1,118	0,924	1,457	1,159	1,004	2,915	0,305	1,85	1,07
129 D 9	Radeřřin	SM	59	58,71	328	26,5	1,000	0,914	1,051	0,996	0,910	62,029	3,319	53,95	8,07
130 D 14	U mochyřř	SM	194	263,72	373	28,30	1,353	1,242	1,420	1,349	1,238	275,458	11,738	240,97	34,49
183 D 11	Oleřřnř	SM	226	378,35	396	32,3	1,640	1,509	1,719	1,635	1,504	388,418	10,068	341,01	47,40

Příloha 5: Tabulky koeficientů a vzorců dle ČSOT – smrk ztepilý a jedle bělokorá

SM	A						B						C											
	A		B		C		A ₁		B ₁		C ₁		A		B		C		A ₁		B ₁		C ₁	
kmen	s k.	4.01E-05	1.821816	1.132062																				
	bez k.	3.20E-05	1.85E+00	1.15E+00																				
strom	s k.	4.45E-05	1.812218	1.126097																				
	bez k.	4.01E-05	1.821816	1.132062			9.29E-03	-1.02037409	0.896100664															
hroubí 7 cm	s k.	3.20E-05	1.85E+00	1.1474			8.29E-03	-1.02037409	0.896100664															
	bez k.	3.20E-05	1.85E+00	1.1474			8.29E-03	-1.02037409	0.896100664															

$$v = A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C$$

$$v = A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C$$

$$v = A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C$$

$$v = A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C_1 / (A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C_1)$$

$$v = A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C_1 / (A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C_1)$$

JD	A						B						C											
	A		B		C		A ₁		B ₁		C ₁		A		B		C		A ₁		B ₁		C ₁	
kmen	s k.	4.49E-05	1.8401	1.10613																				
	bez k.	3.49E-05	1.8665	1.122																				
strom	s k.	4.49E-05	1.84E+00	1.11E+00			1.74E-05	2.10E+00	1.79E-01															
	bez k.	4.49E-05	1.8401	1.10613			3.00E-02	-1.30154794	0.739959292															
hroubí 7 cm	s k.	3.49E-05	1.87E+00	1.12E+00			2.67E-02	-1.3154794	0.739959292															
	bez k.	3.49E-05	1.87E+00	1.12E+00			2.67E-02	-1.3154794	0.739959292															

$$v = A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C$$

$$v = A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C$$

$$v = A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C_1 / (A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C_1)$$

$$v = A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C_1 / (A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C_1)$$

$$v = A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C_1 / (A \sqrt{D+1} \sqrt{B} H^{\alpha} C_1)$$

Příloha 6: Tabulky koeficientů a vzorců dle ČSOT – borovice lesní, dub letní / zimní, buk lesní

BO	A		B		C		E		A1		B1		C1		E1		A2		B2		C2		E2	
	hmen	s.k.	3,03E-05	2,075238	0,012492	0,961028																		
zřem	s.k.	3,03E-05	2,075238	0,012492	0,961028	38,967	0,8109	1,3731																
hoda / om	s.k.	3,03E-05	2,075238	0,012492	0,961028	0,071975	-2,12449	1,372531																
	bet.k.	2,26E-05	2,115341	0,012722	0,979596	0,064264	-2,12449	1,372531																

$$v_4(A|D_1)/v_4(B|C|LOG(D+))v_4(E)$$

$$v_4(A|D_1)/v_4(B|C|LOG(D+))v_4(E)/v_4(H/C_1)/v_4(H/C_2)/v_4(C_1|LOG(D+))v_4(E)/100$$

$$v_4(A|C+Y)/v_4(B|C|LOG(D+))v_4(E)/v_4(H/C_1)$$

$$v_4(A|C+Y)/v_4(B|C|LOG(D+))v_4(E)/v_4(H/C_2)$$

$$v_4(A|C+Y)/v_4(B|C|LOG(D+))v_4(E)/v_4(H/C_1)$$

DB	A		B		C		E		F		G		K		L		A1		B1		C1		E1		F1		G1		A2		B2		C2		E2		F2		G2	
	hmen	s.k.	4,62E-01	0,481461	0,746239	9,98E-01	-6,73E-06	-8,82E-07	7,75E-09																															
zřem	s.k.	0,591121	-0,328461	3,09E+00	3,14E+00	3,21E-03	-5,81E-05	2,66E-07	-1,96E-09																															
hoda / om	s.k.																																							
	bet.k.																																							

$$v_5(A|B|D_1/C_1/D_1/E_1/F_1/H/C_1/D_1/E_1)/v_5(H/C_1)/v_5(H/C_2)/v_5(C_1|LOG(D+))v_5(E)/100$$

$$v_5(A|B|D_1/C_1/D_1/E_1/F_1/H/C_1/D_1/E_1)/v_5(H/C_1)/v_5(H/C_2)/v_5(C_1|LOG(D+))v_5(E)/100$$

$$v_5(A|B|D_1/C_1/D_1/E_1/F_1/H/C_1/D_1/E_1)/v_5(H/C_1)/v_5(H/C_2)/v_5(C_1|LOG(D+))v_5(E)/100$$

$$v_5(A|B|D_1/C_1/D_1/E_1/F_1/H/C_1/D_1/E_1)/v_5(H/C_1)/v_5(H/C_2)/v_5(C_1|LOG(D+))v_5(E)/100$$

$$v_5(A|B|D_1/C_1/D_1/E_1/F_1/H/C_1/D_1/E_1)/v_5(H/C_1)/v_5(H/C_2)/v_5(C_1|LOG(D+))v_5(E)/100$$

$$v_5(A|B|D_1/C_1/D_1/E_1/F_1/H/C_1/D_1/E_1)/v_5(H/C_1)/v_5(H/C_2)/v_5(C_1|LOG(D+))v_5(E)/100$$

BK	A		B		C		E		F		G		K		L		A1		B1		C1		E1		F1		G1		K1		L1		A2		B2		C2		E2		F2		G2		K2		L2	
	hmen	s.k.	6,77E-01	1,43E-02	2,92E-04	2,11E-06	3,13E-03	2,67E-04	-5,91E-06	4,19E-08																																						
zřem	s.k.	0,594387	-1,14E-02	2,49E-04	-1,88E-06	-2,77E-03	2,40E-04	-5,40E-06	3,87E-08																																							
hoda / om	s.k.																																															
	bet.k.																																															

$$v_6(A|B|D_1/C_1/D_1/E_1/F_1/H/C_1/D_1/E_1)/v_6(H/C_1)/v_6(H/C_2)/v_6(C_1|LOG(D+))v_6(E)/100$$

$$v_6(A|B|D_1/C_1/D_1/E_1/F_1/H/C_1/D_1/E_1)/v_6(H/C_1)/v_6(H/C_2)/v_6(C_1|LOG(D+))v_6(E)/100$$

$$v_6(A|B|D_1/C_1/D_1/E_1/F_1/H/C_1/D_1/E_1)/v_6(H/C_1)/v_6(H/C_2)/v_6(C_1|LOG(D+))v_6(E)/100$$

$$v_6(A|B|D_1/C_1/D_1/E_1/F_1/H/C_1/D_1/E_1)/v_6(H/C_1)/v_6(H/C_2)/v_6(C_1|LOG(D+))v_6(E)/100$$

$$v_6(A|B|D_1/C_1/D_1/E_1/F_1/H/C_1/D_1/E_1)/v_6(H/C_1)/v_6(H/C_2)/v_6(C_1|LOG(D+))v_6(E)/100$$

$$v_6(A|B|D_1/C_1/D_1/E_1/F_1/H/C_1/D_1/E_1)/v_6(H/C_1)/v_6(H/C_2)/v_6(C_1|LOG(D+))v_6(E)/100$$

Příloha 7: Tabulky koeficientů a vzorců dle ČSOT – habr obecný a břıza bělokorá

HB		A	B	C	E	F	G	K	A ₁	B ₁	
		$V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))$ $V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$ $V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$ $V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$ $V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$ $V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$									
kmen	s k.	0.00E+00	1.229	-2.00E-04		12	0.69136	2.45E+01	1.622547		
	bez k.	0	1.229	-2.00E-04		12	0.69136	2.45E+01	1.622547	5.128009	-0.21525
střom	s k.	0		-3.00E-04		12	9.03E+01	1.29E+01	1.39E+00		
	bez k.	0		-3.00E-04		12	9.03E+01	1.29E+01	1.39E+00	7.01E+00	-1.68E-01
hroubek 7 cm	s k.	3	1	-2.50E-03		6	1.95E+09	3.265449	1.094802		
	bez k.	3	1	-2.50E-03		6	1.95E+09	3.265449	1.094802	6.432576	-8.64E-02
hroubek 3 cm	s k.	15	1	-1.00E-03		9	2.33E+04	5.644038	1.20E+00		
	bez k.	15	1	-1.00E-03		9	2.33E+04	5.644038	1.20E+00	6.879962	-1.08E-01

$$V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))$$

$$V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$$

$$V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$$

$$V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$$

$$V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$$

$$V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$$

BR		A	B	C	E	F	G	K	A ₁	B ₁	C ₁
		$V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))$ $V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$ $V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$ $V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$ $V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$ $V=(H-A)^2B^2(C+E*EXP(F*(D+G)^{Nk}))^{1-0.01*(A1*EXP(B1*(FNFI5+0.1)^{Nc1}))}$									
kmen	s k.	0.00E+00	1.315372	-2.30E-04	6.43E+01	-2.04E+01	8.00E+00	-2.32E-01			
	bez k.	0.00E+00	1.315372	-2.30E-04	6.43E+01	-2.04E+01	8.00E+00	-2.32E-01	1.73E+01	5.05E-03	-2.06E+00
střom	s k.	0	1.1071	-4.80E-04	8.30E+04	-2.60E+01	8.00E+00	-1.50E-01			
	bez k.	0	1.1071	-4.80E-04	8.30E+04	-2.60E+01	8.00E+00	-1.50E-01	2.04E+01	1.13E-03	-2.84E+00
hroubek 7 cm	s k.	4.5	1.08471	-1.15E-03	3.12E+04	-2.32E+01	5.50E+00	-1.43E-01			
	bez k.	4.5	1.08471	-1.15E-03	3.12E+04	-2.32E+01	5.50E+00	-1.43E-01	1.73E+01	5.05E-03	-2.06E+00
hroubek 3 cm	s k.	2	1.175702	-3.00E-04	1.34E+05	-2.58E+01	6.50E+00	-1.36E-01			
	bez k.	2	1.175702	-3.00E-04	1.34E+05	-2.58E+01	6.50E+00	-1.36E-01	1.73E+01	5.05E-03	-2.06E+00

Příloha 8: Výpočet zásoby pomocí terénního měření a Československých objemových tabulek u smrku ztepilého

JPRL	dřevina	ks	zásoba terénním měřením		dg	hg	Kmen		Strom		Hroubí do 7 cm		Petráš, polynom zásoba
			s k.	bez k.			s k.	bez k.	s k.	bez k.			
112 B 12	Pod Obr.	SM	1	1,01	351	23,7	1,128	1,033	1,185	1,123	1,029	1,185	
112 B 12	Obrázek	SM	21	37,66	418	28,4	1,663	1,531	1,743	1,659	1,527	36,612	
113 E 10	Lasák	SM	27	26,29	295	27,6	0,864	0,788	0,908	0,858	0,783	24,522	
149 E 10	Pod slínčkou	SM	38	51,65	337	28,5	1,140	1,044	1,197	1,135	1,039	45,477	
146 B 12	U jeslíček	SM	48	87,61	427	28,5	1,735	1,597	1,818	1,731	1,594	87,247	
145 D 11	Černý les I	SM	50	67,83	390	25,6	1,307	1,200	1,372	1,304	1,196	68,607	
145 D 11	Černý les II	SM	51	75,97	419	24,2	1,394	1,280	1,462	1,390	1,277	74,567	
129 D 9	Radec Jlh	SM	59	58,71	328	26,5	1,000	0,914	1,051	0,996	0,910	62,029	
130 D 14	U mohyly	SM	194	263,72	373	28,30	1,353	1,242	1,420	1,349	1,238	275,458	
183 D 11	Olešná	SM	226	378,35	396	32,3	1,640	1,509	1,719	1,635	1,504	388,418	

Příloha 9: Ceny surového dříví pro tuzemsko za ČR v roce 2015
 (https://www.czso.cz/csu/czso/indexy-cen-v-lesnictvi-surove-drivi-4-ctvrtleti-2015)

Průměrné ceny surového dříví pro tuzemsko za ČR v roce 2015 (Kč/m³)

Název	1. čtvrtletí		2. čtvrtletí		3. čtvrtletí		4. čtvrtletí		Průměr od počátku roku
	průměrná cena	počet zjištěných cen	průměrná cena	počet zjištěných cen	průměrná cena	počet zjištěných cen	průměrná cena	počet zjištěných cen	
Jehličnaté sortimenty	Výřezy I. třídy jakosti smrk borovice modřín	---	---	---	---	---	---	---	2 597
	Výřezy II. třídy jakosti smrk borovice modřín	3 067 2 546 3 932	12 11 12	2 911 2 285 3 587	7 7 6	2 773 2 109 ---	1 1 1	2 731 2 243 3 503	1 731 2 958 2 933
	Výřezy III. A/B třídy jakosti smrk borovice modřín	2 413 1 829 2 483	38 30 28	2 323 1 723 2 427	37 28 28	2 191 1 773 2 349	38 22 33	1 664 2 098 1 831	3 759 2 256 1 743
	Výřezy III. C třídy jakosti smrk borovice modřín	2 105 1 653 2 165	30 17 14	2 099 1 577 2 084	30 16 14	1 949 1 453 2 102	33 15 8	1 831 1 567 2 098	1 996 1 968 2 113
	Výřezy III. D třídy jakosti smrk borovice modřín	1 730 1 409 1 579	31 16 9	1 741 1 385 1 634	31 16 10	1 691 1 329 1 462	33 13 9	1 588 1 390 1 509	1 888 1 381 1 549
	Dříví IV. třídy jakosti - dříví pro výrobu dřevotřísky smrk borovice	1 262 1 018 1 003	26 39 21	1 259 1 009 1 017	21 37 20	1 219 1 001 946	19 37 17	1 207 938 913	1 239 992 973
	Dříví VI. třídy jakosti - palivové dříví dub buk	12 371 ---	3 1	---	2 0	832 4 010	38 0	790 ---	812 ---
	Výřezy II. třídy jakosti dub buk	5 438 2 429	10 4	5 269 ---	9 2	4 010 ---	3 1	5 747 2 226	5 280 2 255
	Výřezy III. A/B třídy jakosti břiza dub buk	3 159 1 661 1 361	14 11 4	2 691 1 560 1 446	15 11 4	2 903 1 311 1 275	11 4 2	3 246 1 714 1 367	2 990 1 605 1 375
	Výřezy III. C třídy jakosti dub buk břiza	2 467 1 466 1 152	14 8 3	2 308 1 459 1 149	10 8 3	2 545 1 263 ---	7 3 2	2 495 1 509 ---	2 447 1 447 1 119
	Výřezy III. D třídy jakosti dub břiza	1 759 1 266 1 188	12 8 4	1 628 1 279 1 139	11 6 4	1 573 1 226 1 115	9 6 4	1 756 1 304 1 024	1 681 1 267 1 123
	Dříví V. třídy jakosti - dříví pro výrobu buničiny dub buk	1 118 1 154 1 137	12 17 32	1 026 1 157 1 107	11 18 31	1 019 1 113 1 123	11 14 33	1 025 1 173 1 076	1 049 1 149 1 111

Pozn: Průměrné ceny jsou váženy v těchto sortimentech: výřezy III.A/B jakosti – smrk, výřezy III.C jakosti – smrk, výřezy III.D jakosti – smrk, dříví V. jakosti – dříví pro výrobu buničiny – smrk

Příloha 10: Koeficienty výtěžnosti sortimentů dříví pro průměrnou technologickou jakost kmenů (Sortimentační tabulky HUBAČ a PAŘEZ, 1973)

Koeficienty výtěžnosti sortimentů dříví

SM tl. st.	III. A/B						III. C/D			V. Ost. Sort	VI. Palivo		
	1.b	2.a	2.b	3	4	5	6	1.b	2			2.b	3
10												0,99	0,01
14												0,77	0,01
18												0,53	0,02
22	0,02	0,43										0,31	0,02
26	0,01	0,67										0,18	0,02
30		0,49	0,31									0,11	0,02
34		0,17	0,29	0,39								0,07	0,03
38		0,15	0,22	0,50								0,05	0,03
42		0,04	0,14	0,72								0,03	0,03
46			0,04	0,63	0,18							0,02	0,03
50			0,02	0,45	0,38							0,02	0,03
54				0,35	0,52							0,02	0,03
58				0,22	0,46	0,18						0,01	0,03
62				0,17	0,41	0,32						0,01	0,04
66				0,14	0,25	0,51						0,01	0,04
70				0,07	0,20	0,38						0,07	0,04
74				0,05	0,13	0,30						0,05	0,04
78				0,05	0,10	0,24						0,05	0,05

JMENO SOUBORU Hanzlik DP
DATUM 2015-11-23
KOD LHC 5
ODDELENÍ 113
DILEC D
POROST 13
PORSKUP
ETAZ
TEZ PRVEK 01
POZNAMKA
CISLO PRUMERKY 25071
TYP ZJISTOVANIZASOB PRUMAPLNO

Udaje po drevinach a celkem

Drevina zkr.	Pocet	Str. tloustka [mm]	Str. vyska [m]***	Uroveň vyrovnani vyska	Str. objem hroubi s k. [m ³]**	Str. objem hroubi b.k. [m ³]**	Celk. objem hroubi s k. [m ³ **]	Celk. objem hroubi b.k. [m ³ **]
BO	15	421	26.7	drevina	1.64	1.50	24.55	22.57
MD	1	370	25.5	porost	1.22	0.95	1.22	0.95
SM	1	351	25.1	porost	0.99	0.90	0.99	0.90
CELKEM	17				1.57	1.44	26.75	24.42

Udaje po jednotlivych stromech

Cislo stromu	Drevina_kod	Drevina_zkr	Yvc. tloustka [mm]	Kvalita	Yska merena [m]	Yska vyrovnana [m]***	Orient. objem s k. [m ³]*	Objem hroubi s k. [m ³ **]	Objem hroubi b.k. [m ³ **]
1	20	BO	463	BEZ ROZL	27.9	26.9	2.06	2.05	1.89
2	30	MD	370	BEZ ROZL	26.2	25.5	1.24	1.22	0.95
3	20	BO	328	BEZ ROZL		26.3		0.97	0.89
4	20	BO	453	BEZ ROZL	26.7	26.9	1.89	1.88	1.73
5	20	BO	507	BEZ ROZL		27.0		2.38	2.20
6	20	BO	436	BEZ ROZL		26.8		1.75	1.61

Příloha 12: Hráně po harvestorové těžbě (sortiment 164, 286, 115, 156)



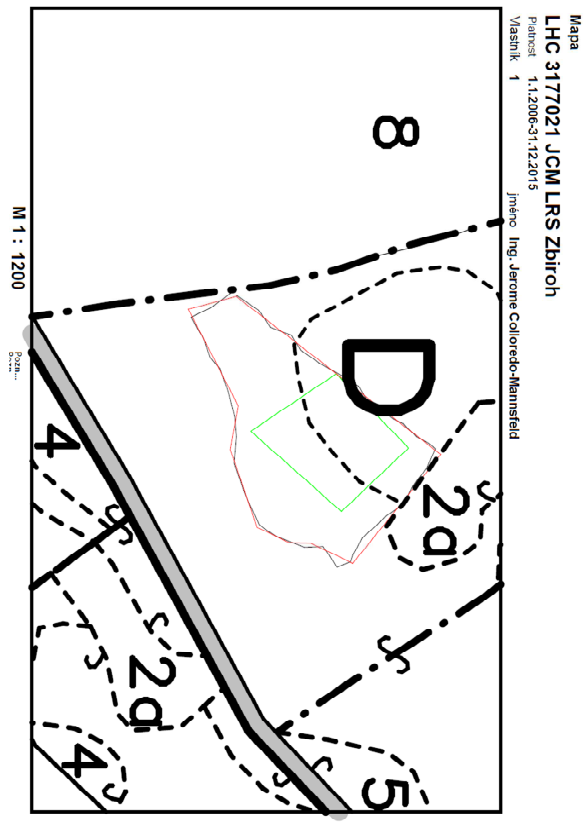
Příloha 13: Vizualizace zaměření hrání v programu Google Earth Pro



Příloha 14: Realizace oplocenky (0,20 ha) dle návrhu.



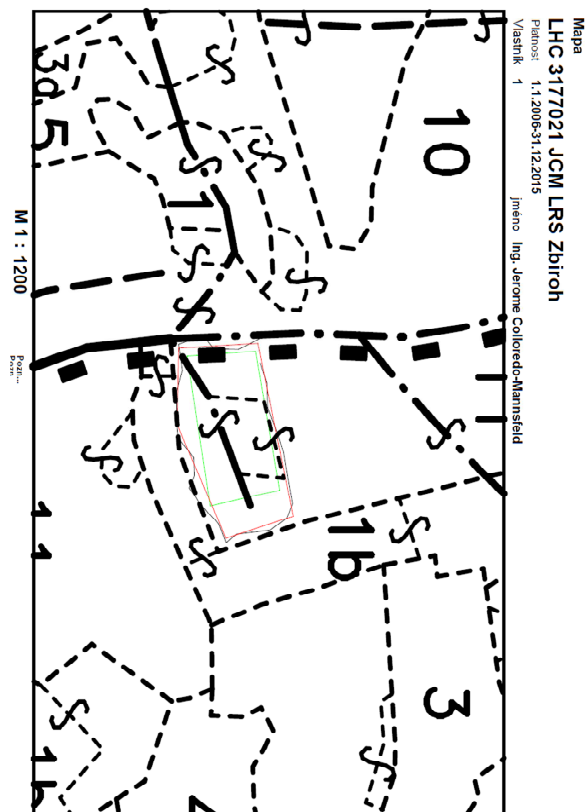
Příloha 15: Vizualizace plánování obnovy lesa pomocí GPS dat z terénního měření zásoby těžebního prvku (černá – GPS data, červená generalizovaná plocha, zelená – návržení oplocenky)



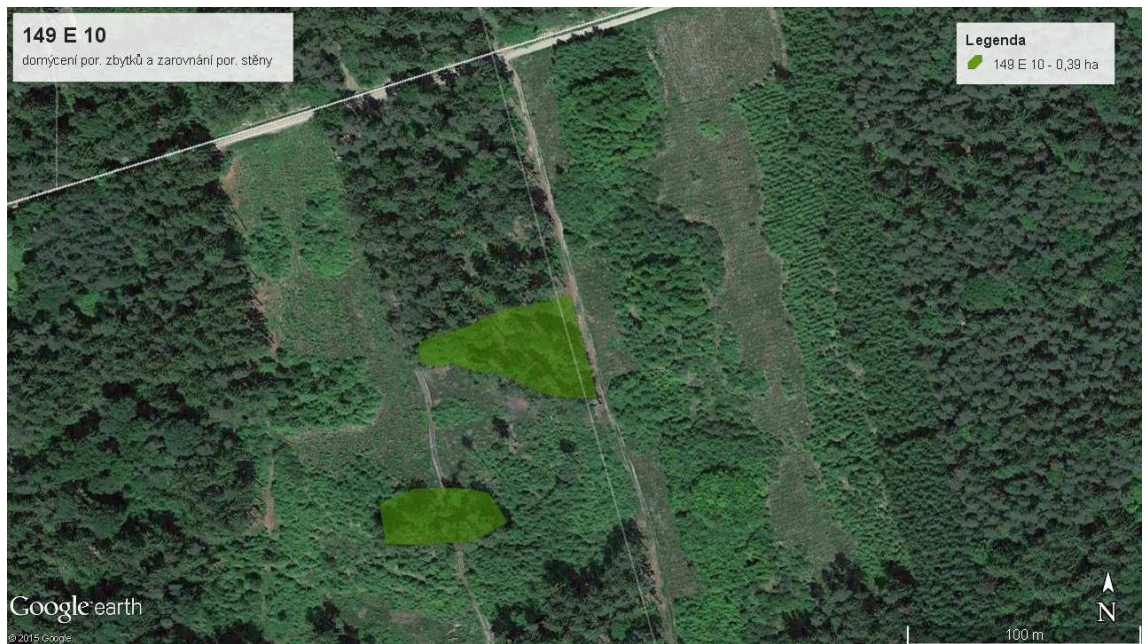
Příloha 16: Realizace oplocenky (0,18 ha) dle návrhu.



Příloha 17: Vizualizace plánování obnovy lesa pomocí GPS dat z terénního měření zásoby těžebního prvku (černá – GPS data, červená generalizovaná plocha, zelená – návržení oplocenky)



Příloha 18: Vizualizace měřených těžebních prvků v programu Google Earth Pro



Příloha 19: Těžební prvek - rozvrácená porostní stěna



Příloha 20: Těžební prvek - porostní zbytek



Příloha 21: Těžební prvek - porostní zbytek

