

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

Katedra hospodářské úpravy lesů

**Možnosti využití moderních technologií zjišťování
dendrometrických parametrů lesních porostů v provozních
podmínkách ČR**



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce: Ing. Vilém Urbánek

Autor: Václav Kotek

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra hospodářské úpravy lesů

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Václav Kotek

Lesní inženýrství

Název práce

Možnosti využití moderních technologií zjišťování dendrometrických parametrů lesních porostů v provozních podmínkách ČR

Název anglicky

Modern tools for forestry mensuration utilization possibilities in operational conditions in the Czech Republic

Cíle práce

Ověřit možnosti širšího praktického uplatnění moderních nástrojů pro terénní sběr dat a posoudit efektivnost nově zaváděných SW aplikací při zjišťování porostních parametrů prostřednictvím elektronických registračních průměrek v podmínkách českého lesního hospodářství.

Metodika

Podrobně se seznámit s aktuálním stavem zjišťování porostních zásob v tuzemských provozních podmínkách, včetně nově zaváděných HW a SW řešení u s.p. Lesy ČR.

Nastudovat a otestovat vlastnosti a funkce moderních přístrojů, kterými disponují příslušné elektronické průměrky, výškoměry, případně terénní počítače a GPS přijímače.

Ve spolupráci s lesnickým provozem vytipovat vhodné lesní porosty a provést alternativní měření zásob s využitím průměrky Digitech Professional a příslušné SW aplikace.

Zhodnotit časovou náročnost a přesnost jednotlivých způsobů, případně navrhnout alternativní metodiku, kterou by bylo možno použít v provozních podmínkách a implementovat ji do programového vybavení průměrek nebo terénních počítačů.

Doporučený rozsah práce

50 stran

Klíčová slova

Zjišťování porostních zásob, elektronické registrační průměrky, měření dříví, elektronické výškoměry, stanovení porostních charakteristik

Doporučené zdroje informací

Firemní dokumentace k HW a SW Haglof Sweden AB, Silvi Nova CS, a.s., Forestry Instruments s.r.o.. Lesy ČR, s.p.

Laar, Anthonie 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

Šmelko, Š., a kol., 2003: Meranie lesa a dreva. Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov LVH SR Zvolen. ISBN: 80-89100-14-7, 239 s.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Vilém Urbánek

Elektronicky schváleno dne 14. 5. 2014

Ing. Peter Surový, PhD.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 8. 2014

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 10. 04. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Možnosti využití moderních technologií zjišťování dendrometrických parametrů lesních porostů v provozních podmínkách ČR** 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 14. 4. 2015

Václav Kotek

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Vilému Urbánkovi za cenné rady, připomínky a informace a především za zapůjčení veškerého potřebného technického vybavení. Poděkování patří také zaměstnancům podniku Lesy České republiky, s.p. LS Vodňany za vstřícný přístup nejen během vykonané praxe. Velké poděkování patří také mé rodině a mým blízkým za morální i hmotnou podporu během celého studia.

Abstrakt

Tato diplomová práce uvádí v literární rešerši přehled o základních dendrometrických veličinách a způsobech jejich zjišťování a také stručný přehled dendrometrických pomůcek. V metodické části je uveden popis průměrek výrobce Haglöf, Digitech Professional a Digitech Professional II a krátký pohled na jejich ergonomii. Jelikož se práce dotýká širšího spektra moderních dendrometrických technologií, je nastíněna možnost programového přizpůsobení počítačového terminálu elektronické průměrky a mobilního telefonu pomocí jednoduchých softwarových aplikací vytvořených v rámci této práce. Dále je prezentován vývoj zavádění elektronických průměrek v České republice a jejich současné využití u podniku Lesy České republiky, s. p. s hodnocením efektivity sběru dat.

Klíčová slova:

Zjišťování porostních zásob, elektronické registrační průměrky, měření dříví, elektronické výškoměry, stanovení porostních charakteristik

Abstract

This diploma thesis presents the literature review of basic dendrometric variables and methods for their inventory and brief review of dendrometric tools too. The methodological part of this work describes Digitech Professional and Digitech Professional II calipers made by Haglöf and glance at their ergonomomy. Since the work touches the wide spectrum of modern dendrometric technologies, the possibility of self made software solutions for computer terminals and smartphones are presented. Next part of this work is focused on history of electronic calipers in Czech republic and current use of electronic calipers in Forests of Czech Republic, state enterprise with evaluation of data collection effectivity.

Key words:

Stand volume inventories, electronic calipers, timber measuring, electronic hypsometers, determination of stand characteristics

Obsah

1. Úvod	12
2. Cíle Práce	14
3. Rozbor problematiky zjišťování taxačních veličin	15
3.1. DENDROMETRICKÉ VELIČINY	16
3.2. POPIS VYBRANÝCH VELIČIN	18
3.3. DENDROMETRICKÉ POMŮCKY	20
3.3.1. Průměrky	21
3.3.2. Výškoměry	22
3.3.3. Pomůcky pro zjišťování tloušťkového přírůstu.....	23
3.4. ZPŮSOBY ZJIŠŤOVÁNÍ TAXAČNÍCH VELIČIN	24
3.4.1. PRŮMĚRKOVÁNÍ NAPLNO	24
3.4.1.1. Výpočet metodou ÚLT.....	24
3.4.1.2. Výpočet metodou JOK.....	26
3.4.2. Průměrkování na kruhových zkusných plochách.....	27
3.4.2.1. Vytýčovací údaje kruhových zkusných ploch.....	27
3.4.2.1.1. Potřebný minimální počet zkusných ploch	27
3.4.2.1.3. Rozmístění a vzdálenost zkusných ploch.....	28
3.4.2.1.4. Velikost zkusné plochy	29
3.4.3. Relaskopická metoda	29
4. Metodika	32
4.1. LOKALIZACE	32
4.2. REGISTRAČNÍ PRŮMĚRKY VÝROBCE HAGLÖF.....	32
4.2.1. Průměrka Digitech Professional (DP).....	33
4.2.2. Průměrka Digitech Professional II (DPII).....	34
4.2.3. Příslušenství	35
4.2.4. Výstupní datové formáty	36
4.2.5. Ergonomie průměrek DP a DP II	39
4.2.5.1. Ergonomie DP.....	41
4.2.5.2. Ergonomie DPII	41
4.2.5.3. Vliv ergonomie.....	41
4.2.6. Versio Builder	44
4.2.6.1. Vytvoření programu v prostředí Versio Builder	45

4.2.6.1.1.	Pracovní postup tvorby programu KOTEKPOKUS.VBX.....	45
4.2.6.1.2.	Nahrání programu do počítačového terminálu DPII.....	49
4.2.6.1.3.	Sběr dat.....	50
4.2.6.1.4.	Zpracování dat.....	54
4.3.	LOGCALCULATOR.....	59
4.3.1.	Tvorba aplikace LogCalculator.....	59
4.3.2.	Využití aplikace.....	62
4.4.	HISTORIE POUŽÍVÁNÍ ELEKTRONICKÝCH REGISTRAČNÍCH PRŮMĚREK V ČR.....	64
4.5.	DIGITÁLNÍ PRŮMĚRKY U PODNIKU LESY ČESKÉ REPUBLIKY, S.P. (LESY ČR).....	66
4.5.1.	Vyznačení těžby v terénu.....	67
4.5.2.	LČRTax v průměrcce Digitech Professional.....	68
4.5.2.1.	Struktura a ovládání programu LČRTax.....	69
4.5.2.2.	Zpracování dat.....	71
4.5.3.	Návrh metodiky průměrkování.....	72
4.6.	POROVNÁNÍ ČASOVÉ NÁROČNOSTI SBĚRU DAT A VÝPOČTU S POUŽITÍM PRŮMĚRKY BEZ MOŽNOSTI REGISTRACE HODNOT.....	76
4.6.1.	Sběr dat s použitím průměrky bez možnosti registrace.....	77
4.6.2.	Sběr dat průměrkou DPII.....	77
4.6.3.	Vyhodnocení.....	78
4.7.	NÁKLADOVÉ HLEDISKO.....	82
4.8.	PŘÍKLADY DALŠÍHO VYUŽITÍ PRŮMĚREK DP/DPII.....	83
4.8.1.	Skalman.....	83
4.8.2.	PosTax.....	84
4.9.	SMĚR BUDOUCÍHO VÝVOJE.....	87
4.9.1.	Mantax Digitech II (MDII).....	87
4.9.2.	GDD- 3D Polterscan.....	89
4.9.3.	Relasphone.....	90
5.	DISKUZE.....	91
6.	ZÁVĚR.....	93
7.	PŘÍLOHY.....	94
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	101

Seznam obrázků, tabulek a rovnic

<i>Obrázek 1: Základní princip relaskopické zkusné plochy.....</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 2: Tlačítka terminálu DP.....</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 3: Výstup z programu LČRTax ve formátu .xml.....</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 4: Výstup z programu LČŘ-Tax ve formátu .csv.....</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 5: Výstup z Programu TIMS- GOOGLE EARTH.....</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 6: Oblast pohodlné pozice.....</i>	<i>40</i>
<i>Obrázek 7: Extenze zápěstí.....</i>	<i>42</i>
<i>Obrázek 8: Vychýlení zápěstí při ovládnání terminálu palcem.....</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 9: Přirozená poloha při použití tlačítka DP Radio.....</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 10: Prostředí Versio Builder.....</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 11: Základní struktura programu KOTEKPOKUS.VBX.....</i>	<i>49</i>
<i>Obrázek 12: Program KOTEKPOKUS.VBX při měření.....</i>	<i>54</i>
<i>Obrázek 13: Výstup z programu KOTEKPOKUS.VBX ve formátu .tab.....</i>	<i>56</i>
<i>Obrázek 14: Výstup z programu KOTEKPOKUS.VBX ve formátu .xml.....</i>	<i>57</i>
<i>Obrázek 15: Výstup z programu KOTEKPOKUS.VBX ve formátu .csv s výpočtem.....</i>	<i>58</i>
<i>Obrázek 16: Prostředí Altova Mobile Together Designer.....</i>	<i>63</i>
<i>Obrázek 17: Aplikace LogCalculator.....</i>	<i>64</i>
<i>Obrázek 18: základní schéma programu LČRTax.....</i>	<i>71</i>
<i>Obrázek 19: Trasa navrhované metody.....</i>	<i>75</i>
<i>Obrázek 20: Trasa dosavadní metody.....</i>	<i>76</i>
<i>Obrázek 21: Výstup serverové aplikace prumerka.cz pro soubor .xml.....</i>	<i>78</i>
<i>Obrázek 22: Porovnání spotřeby času pro sběr a výpočet dat pro jednotlivé varianty.....</i>	<i>80</i>
<i>Obrázek 23: Porovnání pořizovací hodnoty a výnosů pro DPII a Mantax Black.....</i>	<i>83</i>
<i>Obrázek 24: Výstup z programu Postax.....</i>	<i>86</i>
<i>Obrázek 25: Pozice stromů na zkusné ploše zjištěné programem PosTax.....</i>	<i>86</i>
<i>Obrázek 26: Mantax Digitech II (Zdroj: Forestry Instruments, s.r.o.).....</i>	<i>88</i>
<i>Obrázek 27: GDD- Polterscan (zdroj: GIS-Dienst GmbH).....</i>	<i>89</i>
<i>Obrázek 28: Aplikace Relasphone (zdroj: VTT Technical Research Centre of Finland Ltd)....</i>	<i>90</i>
<i>Obrázek 29: Průměrka DPII s příslušenstvím a výškoměr VL400.....</i>	<i>94</i>
<i>Obrázek 30: Měření s využitím Digitech Tape.....</i>	<i>95</i>
<i>Obrázek 31: Externí klávesnice pro DP/DPII.....</i>	<i>96</i>
<i>Obrázek 32: Zařízení DP DME pro měření vzdáleností pomocí ultrazvuku.....</i>	<i>97</i>
<i>Obrázek 33: Relaskopický adaptér pro DP/DPII.....</i>	<i>97</i>
<i>Obrázek 34: Laserové adaptéry Gator Eyes na průměrce DP.....</i>	<i>98</i>
<i>Obrázek 35: Program KOTEKPOKUS.VBX v průměrce DPII vybavené DP DME a transpondér T3 ve středu kruhové zkusné plochy.....</i>	<i>98</i>
<i>Obrázek 36: Registrace dat bez připevněného počítačového terminálu DPII s využitím DP Radio.....</i>	<i>99</i>
<i>Obrázek 37: Graf změřených výšek zobrazený programem LČRTax.....</i>	<i>99</i>
<i>Obrázek 38: Výsledek pro dřevinu smrk vypočtený a zobrazený programem LČRTax.....</i>	<i>100</i>

<i>Tabulka 1: Přehled základních dendrometrických veličin.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabulka 2: Poloměry kruhových zkusných ploch podle sklonu terénu</i>	<i>52</i>
<i>Tabulka 3: Minimální počet výšek pro jednu dřevinu.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabulka 4: Porovnání efektivity sběru dat.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabulka 5: Wilcoxonův test pro hypotézy H_1 a H_2.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabulka 6: Wilcoxonův test pro hypotézy H_3 a H_4.....</i>	<i>81</i>
<i>Rovnice 1: Logaritmická funkce.....</i>	<i>25</i>
<i>Rovnice 2: Michajlovova funkce</i>	<i>25</i>
<i>Rovnice 3: Tříparametrická funkce.....</i>	<i>25</i>
<i>Rovnice 4: Neslundova funkce</i>	<i>25</i>
<i>Rovnice 5: Levakovičova funkce</i>	<i>26</i>
<i>Rovnice 6: Minimální počet zkusných ploch.....</i>	<i>27</i>
<i>Rovnice 7: Intenzita výběru.....</i>	<i>28</i>
<i>Rovnice 8: Odstupová vzdálenost</i>	<i>29</i>
<i>Rovnice 9: Velikost zkusné plochy</i>	<i>29</i>
<i>Rovnice 10: Základní vztah relaskopické zkusné plochy</i>	<i>30</i>
<i>Rovnice 11: Vztah kruhové základny stromu a příslušného relaskopické zkusné plochy</i>	<i>30</i>
<i>Rovnice 12: Přepočet kruhové základny na 1 ha</i>	<i>30</i>
<i>Rovnice 13: Celková kruhová základna na 1 ha</i>	<i>31</i>
<i>Rovnice 14: Vztah mezi násobným a distančním faktorem</i>	<i>31</i>
<i>Rovnice 15: Výpočet poloměru kruhové zk. pl. na svahu.....</i>	<i>51</i>

Seznam použitých zkratek

DP	Digitech Professional
DPII	Digitech Professional II
HMS	Haglöf Management Systems
JOK	Jednotné objemové křivky
JPRL	Jednotka prostorového rozdělení lesa
JVK	Jednotný výškové křivky
KŘ	Krajské ředitelství
Lesy ČR	Lesy České republiky, s.p.
LHE	Lesní hospodářská evidence
LHP	Lesní hospodářský plán
LS	Lesní správa
LZ	Lesní závod
MCC	Mantax Computer Caliper
MD	Mantax Digitech
MDII	Mantax Digitech II
NIL	Národní inventarizace lesů
TIMS	Timber Inventory Measurement System
ÚHÚL	Ústav pro hospodářskou úpravu lesa
ÚLT	Územní lesnické tabulky
ÚOHS	Úřad pro ochranu hospodářské soutěže
VL	Vertex Laser
VŘ	Výběrové řízení
JPRL	Jednotka prostorového rozdělení lesa
HW	Hardware
SW	Software

1. Úvod

Dendrometrie, jedna z mnoha exaktních věd využívaných v lesním hospodářství, se zabývá stanovováním kvalitativních i kvantitativních ukazatelů dříví, a to jak stojícího (porosty), tak ležícího (surové kmeny, výřezy, hráně). Stejně jako ostatní lesnické vědy ji nelze vnímat jako vědu izolovanou, ale jako vědu vstupující do interakcí s ostatními lesnickými disciplínami. Dendrometrie je jednak pilířem pro hospodářskou úpravu lesů, tak i oporou pro veškeré další lesnické vědy (KORF ET AL., 1972).

Dendrometrie v doslovném překladu znamená nauku o měření dříví (ŠMELKO, 2000). Již v 18. století se začaly okulární odhady nahrazovat kubírováním na principu stereometrie. 19. století přineslo do dendrometrie zásadní pojem výtvarnice, byly vyhotoveny první taxační tabulky a roku 1828 byl zformulován Huberův vzorec (ŠMELKO, 2000). Největší pokrok v oblasti dendrometrie se odehrál během 20. století, začíná se široce uplatňovat matematická statistika a také výpočetní technika. V konstrukci dendrometrických tabulek se používají regresní rovnice a matematické modely. Převratným objevem je Bitterlichova teorie relativního měření (relaskopická metoda) (ŠMELKO, 2000). V 21. století se stále více uplatňuje využívání výpočetní techniky a při sběru dat postupně registrační průměrky a laserové či ultrazvukové výškoměry vytlačují tradiční pomůcky.

V taxaci lesních porostů je nejdůležitější charakteristikou zásoba porostu. V podstatě se jedná o funkci počtu stromů, jejich tloušťkové a výškové struktury a tvarových parametrů (LARR, AKÇA, 2007). Pro určení zásoby porostu jsou známy rozličné metody, které je možné rozdělit do dvou hlavních skupin. Metoda přímého měření (celoplošně, na zkusných plochách) nebo metoda odhadu. Zásobu lze určit, podle růstových a taxačních tabulek, kvalifikovaným odhadem zakmenění a zastoupení dřevin se změřením střední výšky a tloušťky.

Relativně nejpřesnější výsledky se dosahují použitím celoplošného průměrkování s měřením výčetní tloušťky všech stromů v porostu a změřením dostatečného množství výšek stromů, což je zároveň i ekonomicky (časově) nejnáročnější metoda. Pro další zvýšení přesnosti výpočtu zásob lze použít i rovnice, kdy do výpočtu vstupují i více než dvě proměnné, např. zahrnutím, kromě výčetní tloušťky a výšky stromů, i tloušťky ve vyšších výškách na kmeni (LARR, AKÇA, 2007),

což je metoda vhodná spíše pro výzkumné účely nebo při aplikaci sortimentačních modelů.

O volbě metody rozhoduje především účel a požadovaná přesnost určení zásoby porostu (KORF ET AL., 1972). Sběr dat v terénu i následný výpočet je časově velmi náročná činnost. Právě v tomto ohledu je široký prostor pro zefektivnění dosavadních metod zaváděním moderních technologií. Oproti starším postupům, kdy je zapotřebí vícečlenné měřičské skupiny, průměrkování naplno i na zkusných plochách zvládá jeden člověk (použití ultrazvukového odrazníku k vytýčení kruhové zkusné plochy). Dalším pozitivem je dostupnost základních taxačních veličin okamžitě po změření porostu i se základní sortimentací (možnost vkládání kvalitativních tříd).

Lesnická věda i praxe poskytuje široké pole působnosti pro zavádění a rozvoj moderních technologií, pro tvorbu nových softwarů a jejich přizpůsobení specifickým lesnickým požadavkům.

2. Cíle Práce

Ověření možností praktického uplatnění moderních dendrometrických pomůcek se zaměřením na elektronické registrační průměrky výrobce Haglöf. Kromě jejich obecného popisu bude uvedena i možnost jejich přizpůsobení individuálním požadavkům pomocí vlastního programu programu navrženého v prostředí Versio Builder. Část práce si klade za cíl posoudit, jak je možné zvýšit efektivitu sběru dat zavedením registračních průměrek Digitech Professional v provozních podmínkách podniku Lesy České republiky, s .p. a také v porovnání se sběrem analogových dat s využitím klasické průměrky. Prostor by měl být věnován i nastínění budoucího vývoje technologií pro sběr a zpracování dendrometrických dat.

Pro ověření efektivnosti sběru a výpočtu dat byly zavedeny hypotézy H_1 - o rozdílnosti párových hodnot spotřeby času, H_2 - o rozdílnosti párových hodnot spotřebované vzdálenosti, obě tyto hypotézy se vztahují k porovnání efektivnosti sběru dat průměrkou Mantax Digitech a Digitech Professional s nainstalovaným programem LČRTax.

Hypotéza H_3 - o rozdílné časové náročnosti samotného sběru dat v terénu a hypotéza H_4 - o rozdílné časové náročnosti celkového procesu sběru dat i s potřebným výpočtem jsou pak zavedeny pro porovnání efektivnosti sběru a výpočtu dat s využitím Průměrky Digitech Professional II a průměrky bez možnosti registrace hodnot.

3. Rozbor problematiky zjišťování taxačních veličin

Rozvoj moderní techniky se odráží ve všech oblastech lidského působení. Snaha o zefektivnění pracovních postupů a činností stojí často v popředí manažerských a ekonomických zájmů daného subjektu. Pro všeobecný rozvoj moderních technologií je rozhodující rozvoj informačních technologií a jejich vhodné implementování do praxe. Rychlost uplatňování nových technologií je v jednotlivých oborech odlišná. V lesnictví- dendrometrii je proces zavádění moderních technologií poměrně pomalou záležitostí. Tato situace má zřejmě více příčin. Hlavní příčinou je finanční nákladnost. K ní se drží konzervativnost, obava z funkčnosti a spolehlivosti. V neposlední řadě i obavy ze zvládnutí nových technologií, či dokonce neochota zvládat cokoli nového. Ve vztahu k navazujícím odvětvím, jako je dřevozpracující průmysl, či harvestorové technologie, kde je možné pozorovat rozmach moderních přístrojů, je tento časový skluz pozorovaný v české dendrometrii, značný (MARUŠÁK ET AL., 2009).

Za moderní dendrometrické přístroje je možné označit elektronické přístroje schopné zjišťovat taxační údaje, registrovat je a provádět s nimi i další výpočty. Masivní nástup registračních průměrek nastal v devadesátých letech minulého století s rozvojem elektroniky obecně. V popředí celosvětového vývoje stály skandinávské země. Rozšíření v tehdejší Československu bylo zásluhou i lichtenštejnské průměrky Datafox a švédské Mantax Computer Caliper (MCC), na jejímž základě vznikla i do roku 2013 nejsofistikovanější průměrka švédského výrobce Haglöf- Digitech Professional (MARUŠÁK ET AL., 2009). Několik modifikací průměrky Digitech Professional (DP) vedlo k vývoji nového přístroje, jež právě od roku 2013 nahradil svého předchůdce na pomyslném vrcholu evolučního vývoje, jedná se o Digitech Professional II (DPII).

Moderní výškoměry výrobce Haglöf usnadňují obsluhu jednu zásadní úlohu, jakou je určení odstupové vzdálenosti. Obsluha tak může vyhledat bod, odkud je nejlepší výhled na patu a vrchol stromu a změřit odstupovou vzdálenost pomocí ultrazvukového transpondéru (odrazky) umístěném na měřeném stromě (výškoměry Vertex III a IV). Rozšířením zmiňovaných přístrojů je Vertex Laser, ten umožňuje měřit vzdálenosti také za pomoci laseru. Tyto výškoměry zvládají i přenos naměřených dat pomocí IR portu či Bluetooth do průměrky či počítače. Kromě využití ke zjišťování výšek stromů slouží tyto přístroje k pohodlnému určování vzdáleností a sklonů v terénu. Od roku 2013 je uveden na trh nový Vertex Laser 5. Tento výškoměr navazuje na

předchůdce Vertex Laser 400 (VL400) a poskytuje vylepšení v podobě účinnějšího laseru (větší rozsah měření), umožňuje ukládat hodnoty a provádět některé výpočty a je vybaven navíc rozhraním USB a nabíjecí baterií.

U koncepce nejnovějších digitálních průměrek lze sledovat určitou analogii s vývojem mobilních telefonů, to znamená, že uživatel dostává přístroj určitých parametrů, jež lze vybavit řadou programů (aplikací), které zajistí plnění požadovaných funkcí pro zvládnutí konkrétního úkolu. Jednotlivé programy je možné zakoupit, přičemž lze vybírat z řady již vytvořených programů nebo specifikovat výrobci individuální požadavky pro úpravu některého ze stávajících programů nebo vytvoření programu nového. Další možností je vytvoření vlastního originálního programu pomocí modulu Versio Builder.

3.1. Dendrometrické veličiny

Základem dendrometrie je průnik a prolínání se řady věd. Jelikož stromy a les jsou živé organismy, vychází se ze znalosti botaniky (dendrologie) a fyziologických procesů, jejichž výsledkem je růst. Pro popis stromů, ale i celých porostů je třeba zvolit a definovat vhodné veličiny. Další důležitou součástí dendrometrie jsou matematické a statistické metody, umožňující zavedení reprezentativních metod a odvození veličin, které nejsou přímo měřeny.

Přehled základních technických aspektů, kterými se dendrometrie jako lesnická věda zabývá, uvádí LAAR A AKÇA (2007):

- Měření veličin stromů a porostů, např. tloušťka, výška, kruhová základna, parametry kůry, objem stojících a ležících stromů.
- Stanovení tvarových parametrů a věku stromů a lesních porostů
- Stanovení objemu stojících a pokácených stromů
- Měření koruny a kvantifikace vegetačních orgánů
- Odhad biomasy a složek biomasy jednotlivých stromů i celých porostů
- Odhad celkové a obchodovatelné zásoby porostů a její rozdělení do určitých tříd
- Odhad růstu tloušťky, kruhové základny, výšky a objemu jednotlivých stromů i celých lesních porostů
- Odhad škod a kvality jednotlivých stromů i celých lesních porostů

Následující tabulka uvádí přehled základních dendrometrických veličin, jejich symboly a jednotky (ŠMELKO, 2000).

Tabulka 1: Přehled základních dendrometrických veličin

Veličina	Symbol	Jednotka
Stromové veličiny		
Tloušťka	d	cm
Výška	h	m
Kruhová základna	g	m ²
Výtvarnice	f	
Objem	v	m ³
Věk	t	rok
Přírůst (tloušťkový, výškový)	i	cm/t, m/t
Porostní veličiny		
Výměra	P,S	ha
Počet stromů	N (N/ha)	ks
Kruhová základna	G (G/ha)	m ²
Zásoba	V (V/ha)	m ³
Přírůst (na zásobě)	I (I/ha)	m ³ /t
Střední tloušťka	d _s	cm
Střední výška	h _s	h
Kruhová základna středního kmene	\bar{g}	cm ²
Objem středního kmene	\bar{v}	m ³
Přírůst středního kmene (tloušťkový, výškový)	i _{\bar{d}} , i _{\bar{v}}	cm/t, m/t
Poznámka: Za střední porostní tloušťku a výšku jsou použité symboly d _s a h _s jako náhrada za specifické (\bar{d} , d _g , d _v , d _w) závislé na způsobu výpočtu.		

3.2. Popis vybraných veličin

Věk- jako věk jednotlivého stromu označuje LAAR A AKÇA (2007) dobu, která uplynula od vyklíčení nebo od doby výsadby stromu. U dřevin s dobře vylišitelnými letokruhy ji lze určovat spočítáním letokruhů na pařezu s dopočtením doby, která byla potřebná k dosažení výšky pařezu. Obdobně lze věk určit odebráním vývrtů ze stromů (nejčastěji ve výšce 1,3 m), spočítáním přírůstů a přičtením věku, v kterém bylo dosaženo výšky odebrání vzorku. Především v mladších porostech jehličnatých dřevin je možné odvodit věk podle počtu přeslenů

Pro vyjádření věku porostu může nastat problém u nestejnověkých porostů. V případě, že se porost skládá z několika identifikovatelných částí s rozdílným věkem, použije se vážený průměr věku jednotlivých částí podle jejich plošného zastoupení (KRAMER ET AL., 1982 IN LAAR A AKÇA 2007), v ostatních případech lze použít vážený průměr podle podílu na zásobě porostu (ANUCHIN, 1970 in LAAR A AKÇA, 2007).

Tloušťka- dendrometricky definována jako kolmá vzdálenost mezi dvěma tečnami vedenými rovnoběžně v protilehlých bodech obvodu průřezu kmene. Pakliže jsou příčné průřezy kmene nepravidelné, znamená to, že každý příčný průřez má několik hodnot tloušťky v mezích d_{\min} až d_{\max} (ŠMELKO, 2000). Z toho vyplývá, že je třeba hledat jakousi nejhodnější hodnotu, toho se v praxi dosahuje měřením na větším počtu stromů. Tloušťka stromů se zjišťuje v kůře v pevně dané vzdálenosti od paty kmene (místo, kde strom vychází ze země), tato výška na kmeni se označuje jako prsní výška, v zahraniční literatuře označována jako DBH (diameter at breast height) a jak uvádí LAAR A AKÇA (2007), je ve většině zemí vztažena k hodnotě 1,3 m od paty kmene, ale například v USA je dána hodnotou 4,5 stopy, což odpovídá 1,37 m, naopak v Japonsku a Koreji se jedná o hodnotu 1,2 m.

Pro vyjádření tloušťkové charakteristiky celých porostů se používá polygon četností tlouštěk v jednotlivých tloušťkových stupních a také hodnota střední tloušťky, ta se odvozuje váženým aritmetickým průměrem, kvadratickým průměrem (ze střední kruhové základny), interpolací z objemu středního kmene nebo Weiseho kmene.

Výška- ŠMELKO (2000) definuje výšku stromu jako vzdálenost mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vedenými kolmo na osu kmene přes patu a vrchol kmene, vrcholem se v tomto smyslu rozumí nejvýše položený vegetační orgán stromu.

Oproti zjišťování tloušťek je měření výšek časově i technicky náročnější operace, na druhou stranu, pro účely praktického zjišťování zásob porostů není nutné měřit výšky u všech stromů, u nichž je měřena tloušťka a to díky menší variabilitě hodnot výšek stromů a poměrně silné korelaci s hodnotami tloušťek. Pro vyjádření výškové struktury porostu se používá stadiální výškový grafikon, který vzniká proložením hodnot výšek pro změřené tloušťky vhodnou křivkou.

Objem kmene- objem kmene stojícího stromu je dendrometricky obecně definován jako součin kruhové plochy (odvozené od výčetní tloušťky v 1,3 m), výšky stromu a veličiny vyjadřující tvar kmene např. výtvarnice. Pro odvozování objemů stojících stromů je důležité co nejpřesněji popsat podélný tvar kmene, využívá se kmenových profilů- absolutní hodnoty tloušťek kmene v určitých výškách, tvarových kvocientů- poměry tloušťek v relativních vzdálenostech od paty stromu k výčetní tloušťce, tvarových řad- hodnoty tloušťek v různých výškách na kmeni v procentech vzhledem k tloušťce zvolené za základ, zblíhavosti kmene- udává pokles tloušťky na jednotku délky, štíhlostního koeficientu- poměr výšky stromu v metrech a výčetní tloušťky v centimetrech, nebo již uvedené výtvarnice, popsané níže.

Výtvarnice- dendrometrická bezrozměrná veličina charakterizující plnodřevnost kmene stromu, definována jako podíl skutečného objemu stromu k objemu ideálního válce se stejnou kruhovou základnou a výškou. Podle místa na kmeni, ke kterému je vztažena kruhová základna se rozlišuje výtvarnice absolutní (kruhová základna vztažená k patě kmene), nepravá (kruhová základna vztažená k výšce 1,3 m od paty kmene), pravá (vztažená k jedné desetíně výšky stromu) známa také jako výtvarnice Hohenadlova (LAAR A AKÇA, 2007).

Kruhová základna- jedná se o příčný průřez v určité výšce na kmeni, tzn. jde o uzavřenou množinu bodů hvězdicovitého tvaru (střídavě konvexní a konkávní), kdy hranici představuje uzavřená hladká křivka (ŠMELKO, 2000).

V praxi je tento tvar zjednodušen na tvar kruhu, jehož průměr představuje tloušťka stromu. Při měření obvodovým pásmem může být kruhová základna odvozena od takto změřeného obvodu, přičemž u nepravidelných tvarů kmene se zmiňuje konvexní deficit (ŠMELKO, 2000), to znamená, že takto odvozená plocha kruhové základny vždy větší než skutečná.

Zásoba porostu- významnost této charakteristiky uvádějí i LAAR A AKÇA (2007), když ji označují za nejdůležitější porostní charakteristiku a popisují ji jako funkci počtu stromů, kruhové základny, střední výšky a průměrné výtvarnice.

Výpočtu zásoby porostu předchází průměrkování naplno nebo na zkusných plochách či relaskopických zkusných plochách a posléze výpočet podle objemových tabulek, jednotných výškových a jednotných objemových křivek, výškových a objemových tarifů, výtvarnic a výtvarnicových výšek, vzorníkové metody (ŠMELKO, 2000).

Biomasa- Stromovou biomasou se rozumí celková biologická produkce stromu (ŠMELKO, 2000). Udává se buď v objemových jednotkách, nebo v jednotkách hmotnosti sušiny. V současnosti stále více vystupuje do popředí potřeba přesné kvantifikace biomasy lesních dřevin. Důvodem je zejména potřeba stanovení množství uhlíku vázaného v biomase lesních porostů (VEJPUSTKOVÁ ET AL., 2013) v reakci na požadavky úmluvy OSN o změně klimatu, která zavazuje prostřednictvím Kjótského protokolu zúčastněné státy k monitoringu a snižování emisí skleníkových plynů a také ke každoroční inventarizaci skleníkových plynů (UNFCCC, 1997). Z tohoto pohledu jsou lesní ekosystémy významným prostředkem pro snižování skleníkového efektu, způsobeného nadměrnou lidskou produkcí oxidu uhličitého.

Zakmenění- dendrometricky definované jako poměr skutečné hodnoty porostní veličiny k normované hodnotě té samé porostní veličiny podle růstových tabulek, které slouží jako míra plného zakmenění (ŠMELKO, 2000). Výslednou hodnotu zakmenění tak lze odvozovat od počtu stromů v porostu, kruhové základny porostu nebo zásoby porostu.

3.3. Dendrometrické pomůcky

Pro potřeby zjištění a výpočtu taxačních veličin je nutné provést sběr dat přímo v terénu, z těchto dat je možné odvozovat dalším zpracováním široké spektrum informací, které najdou uplatnění při lesnicko-hospodářském plánování, plánování těžebních zásahů, vyhodnocování pěstebních opatření či při oceňování. Praktický sběr

dat během terénního šetření je zaměřen na sběr informací o počtu stromů, výměře na jaké se vyskytují, jejich tloušťkové a výškové struktuře.

3.3.1. Průměrky

Pomůcky, určené původně pouze k odečítání tloušťek stromů, během svého vývoje do jisté míry odráželi technickou vyspělost společnosti a od prvních dřevěných průměrek, které do jisté míry připomínaly velká posuvná měřítka, doznaly do dnešní doby poměrně razantních změn. Již při používání prvních jednoduchých dřevěných průměrek byla snaha kromě tloušťky odečítat i další veličiny, např. kruhovou základnu nebo objem. Principem měření a ukládání (registrace) tloušťek se někteří lesníci zaobírali už od dob, kdy si začali uvědomovat potřebu znalosti taxačních veličin a hledali jak si práci ulehčit. O tom jaká důmyslná zařízení přitom vytvářeli, se můžeme přesvědčit v případě Wimennauerovi registrační průměrky (KUŽELKA ET AL., 2014). S vývojem nových materiálů se měnila i konstrukce průměrek, původní dřevěnou konstrukci nahradily lehké a pevné slitiny hliníku v kombinaci s tvrzenými plasty, tyto materiály zajišťují co nejstabilnější pozici pravého úhlu obou ramen průměrky vzhledem k měrné části stupnice a celkovou tuhost a odolnost celé konstrukce, při zachování nízké hmotnosti, za příklad může posloužit průměrka Mantax Black, ta je, podobně jako většina současných registračních průměrek vybavena sklopnými rameny pro pohodlnější transport.

S rozvojem elektroniky v celé společnosti se i do praktické lesnické taxace postupně zavádějí elektronické registrační průměrky, které dokázaly data ukládat do souborů a zobrazovat vypočítané výsledky. Jednou z prvních takových průměrek byla průměrka Mantax Computer Caliper (MCC), ta dokázala, se standardně dodávaným programem ProTax, měřit stojící stromy, ležící kmeny či kalkulovat objemy skládky dříví. Výpočty probíhaly na základě dopředu zadaných parametrů (výtvarnice, výtvarnicová výška, tloušťka kůry pro jednotlivé dřeviny). Průměrka sama na základě regresní rovnice vypočítala vyrovnané výšky podle změřených vzorníků (KUŽELKA ET AL., 2014).

Velkou oblibu si, zřejmě pro jednoduchost ovládání a zadávání dat, získala průměrka Mantax Digitech (MD). Obsluha v podstatě jen tlačítky navolí číselné kódové označení veličiny a k ní uloží její hodnotu odpovídající rozevřeným ramenům

průměrky. Číselným kódováním lze vylišit tloušťky pro jednotlivé dřeviny i přiřazovat výšky jedinečným kódem za příslušnou tloušťku. Výstupem je jednoduchý textový soubor ve formátu .dig, tento textový soubor není strukturovaný. Požadovanou strukturu dává souboru po nahrání do počítače aplikace DigiCom, ta dokáže textový řetězec podle kódů interpretovat v tabulkové formě a umožní uložení v datovém formátu podporující strukturovanou podobu.

Současný trend v konstrukci a pojetí moderních dendrometrických pomůcek představují průměrky Digitech Professional (DP) a Digitech Professional II (DPII). Tyto přístroje jsou vybaveny programovatelným počítačovým terminálem, s jehož pomocí a pomocí velkého množství příslušenství, dokáže obsluha sbírat a ukládat data nejrůznějšího charakteru, podle konkrétních požadavků a provádět s těmito daty potřebné výpočty.

3.3.2. Výškoměry

Podobně jako v případě průměrek i v případě výškoměrů došlo během jejich vývoje k výrazným změnám. První výškoměry založené na geometrickém principu měly v podstatě podobu pravítek, na kterých se odečítal úsek, který vyznačila lať o známé délce (většinou 4 m) přiložená k měřenému stromu. Z úseku vylišeného latí na stupnici pravítka a na základě principu podobnosti trojúhelníků byla pak odvozena i výška stromu. Takové výškoměry byly velmi jednoduché a nebylo potřeba znát odstupovou vzdálenost, ale nedosahovaly dostatečné přesnosti, proto se začaly uplatňovat výškoměry založené na trigonometrickém principu, u kterých je nutné předem znát odstupovou vzdálenost a podle ní měřit na příslušné stupnici úhel směrem na patu stromu a druhý úhel na jeho vrchol. Hodnoty úhlů na jednotlivých stupnicích, příslušných určitým odstupovým vzdálenostem pak byly vyjádřeny přímo v metrech. Na tomto principu byly např. založené výškoměry Silva, Suunto a Blume-Leiss.

U digitálních výškoměrů je hlavní výhodou možnost měřit z libovolné odstupové vzdálenosti. Ta je u jednodušších výškoměrů typu HEC často měřena pomocí samostatného laserového dálkoměru a zadána do přístroje. Výsledná výška je pak odvozena stejnými goniometrickými funkcemi jako u prvních výškoměrů založených na trigonometrickém principu. Kombinací laserového dálkoměru a sklonoměru pak vznikl dnes velmi hojně používaný přístroj, s jehož pomocí lze měřit výšky stromů, vodorovné

a šikmé vzdálenosti, sklon terénu či vytyčovat zkusné plochy. Ze zástupců výrobce Haglöf se jedná o výškoměr Vertex IV, který měří vzdálenosti pomocí emitovaného ultrazvuku, odraženého od elektronické odrazky (transpondér T3) umístěné na sledovaném objektu, zpět do přístroje. Přístroj Vertex Laser 400 (VL400) je, navíc oproti přístroji Vertex IV, vybaven také laserovým dálkoměrem, při jehož použití není nutné na měřený objekt umísťovat elektronickou ultrazvukovou odrazku. Použití ultrazvukového nebo laserového dálkoměru závisí na konkrétních podmínkách. Pro měření vzdáleností pomocí laseru je nutná přímá viditelnost na měřený objekt, ale není potřeba na něj umísťovat transpondér T3. U měření za použití ultrazvuku je nutné na měřený objekt umístit transpondér T3, ale není nutný přímý výhled na tento objekt (buřň, zmlazení), ultrazvuk urazí nejkratší možnou vzdálenost kolem těchto překážek. Zatím posledním modelem řady Vertex od výrobce Haglöf je Vertex Laser 5. Ten vychází z modelu Vertex Laser 400 (VL400) a je mu velmi podobný, podstatné změny se odehrály především uvnitř přístroje, jedná se zejména o přesnější laserový dálkoměr a možnost ukládat naměřené hodnoty do interní paměti a provádět i některé výpočty, tím se přístroj stává vhodným např. pro účely energetických společností pro potřeby výpočtu průvěsu drátů elektrického vedení.

Další velkou výhodou těchto typů přístrojů je možnost bezdrátového přenosu naměřených hodnot do dalších přístrojů, např. do terminálů DP a DPII, nejčastěji prostřednictvím IR portu.

3.3.3. Pomůcky pro zjišťování tloušťkového přírůstu

Pokud vyloučíme destruktivní metody analýzy pokácených stromů, první pomůcky pro zjišťování přírůstů měly charakter nebozezů pro odebírání vývrtů z kmene, s jejichž pomocí se daly také odvozovat tloušťky kůry. Tyto přírůstové nebozezy se stále hojně využívají např. pro získání vzorků pro potřeby dendrochronologických výzkumů.

K jemnému měření přírůstů i v průběhu vegetačního období slouží přírůstoměry neboli dendrometry, ty mechanické sestávají z kovové pásky objímající kmen opatřené mikrometrovou stupnicí a pružiny pro fixaci na kmeni. Digitální přírůstoměry jsou vybaveny digitálním čtením přírůstu a dataloggerem (KUŽELKA ET AL., 2014). Digitální

přírůstoměry dokáží rozlišovat hodnoty mikrometrů, zaznamenávat a přenášet data do počítače. Mechanické přírůstoměry rozlišují hodnoty v řádu desetin milimetrů.

3.4. Způsoby zjišťování taxačních veličin

V současné době se v praxi používá několik metod pro měření a výpočet taxačních veličin, jejich rozdělení se odvozuje od podílu stromů, na kterých jsou určité veličiny v terénu přímo měřeny. Z tohoto pohledu se rozlišuje měření celoplošné, kdy je alespoň jedna veličina měřena na každém stromu v porostu nebo jeho určité části či obnovním prvku, touto základní veličinou je tloušťka a tento způsob zjišťování taxačních veličin se nazývá celoplošné průměrkování. Naopak reprezentativními metodami zjišťování taxačních veličin se rozumí takový postup, kdy je měření prováděné pouze na několika jedincích s přepočtem zjištěných hodnot na celý porost, mezi tyto metody se zařazuje průměrkování na zkusných plochách, relaskopická metoda a metoda kvalifikovaného odhadu.

Samotnému měření v terénu by měla vždy předcházet pochůzka pro zjištění dřevinné skladby a především za účelem identifikace hranic jednotky prostorového rozdělení lesa (JPRL), pro kterou mají být taxační veličiny měřeny nebo vypočítány.

3.4.1. Průměrkování naplno

Při průměrkování naplno nebo také celoplošném průměrkování je základní činností změření tloušťek všech jedinců nacházejících se v zájmovém území, tím se rozumí jednotka prostorového rozdělení lesa nebo její část. Počet měřených výšek je pak závislý na metodě výpočtu zásoby porostu. Jelikož měření výšek stromů bylo a stále je podstatně složitější a časově náročnější činností než měření tloušťek a zároveň díky vzájemné korelaci hodnot výšek s hodnotami tloušťek a menšímu rozptylu hodnot, není nutné, při zachování dostatečné spolehlivosti měření, měřit výšky všech stromů. S postupem času vzniklo několik metod výpočtu zásob, které vyžadují mírně odlišnou metodiku měření výšek.

3.4.1.1. Výpočet metodou ÚLT

Pro potřeby výpočtu touto metodou je potřeba co nejlépe zachytit také výškovou strukturu měřeného porostu, proto se měří výšky pro celé rozpětí tloušťek, přičemž

nejvíce výšek se měří pro tloušťky vyskytující se s nejvyšší četností. Získaná data, vyjadřující závislost výšek stromů na jejich tloušťkách, jsou po vyjádření bodovým grafem proloženy vhodnou křivkou, vystihující co nejlépe vzájemný vztah obou veličin. Vytvořená křivka představuje vyrovnané výšky pro každou tloušťku (tloušťkový stupeň), pro tyto dvě hodnoty se pak v tabulkách dohledávají jednotlivé objemy. Vynásobením zásoby tloušťkových stupňů jejich četnostmi a následným součtem je vypočtena celková zásoba.

Proložení bodů vhodnou křivkou pro zjištění vyrovnaných výšek má několik zásad. Musí co nejlépe vystihovat trend bodového pole a musí se asymptoticky přibližovat maximální hodnotě. Dříve se využívalo graficko-počítařských metod klouzavých průměrů a metody nejmenších čtverců, dnes se používají metody matematického vyrovnání. Matematické vyrovnání se uskutečňuje vhodně zvolenou funkcí. Funkcí používaných k vyrovnání výšek je celá řada, přičemž zřejmě nejvyužívanější je logaritmická funkce v obecném tvaru a Michajlovova funkce. Dále může být použita i tříparametrická lomená funkce, která se ale doporučuje jen pro věkově nehomogenní porosty, v případě použití pro stejnověký porost může docházet k jevům odporujících logice, jako je pokles výšky se stoupající výčetní tloušťkou nebo výskyt extrémů výškové křivky (ZEMAN, 2010).

$$h_{d_{1,3}} = a + b \cdot \log(d_{1,3})$$

Rovnice 1: Logaritmická funkce

$$h = 1,3 + a \cdot e^{\frac{b}{d_{1,3}}}$$

Rovnice 2: Michajlovova funkce

$$h = \frac{d_{1,3}^2}{a + b \cdot d + c \cdot d_{1,3}^2} + 1,3$$

Rovnice 3: Tříparametrická funkce

$$h = \frac{d^2}{(a + b \cdot d)^2} + 1,3$$

Rovnice 4: Neslundova funkce

$$h = a \cdot \left(\frac{d}{1+d} \right)^b + 1,3$$

Rovnice 5: Levakovičova funkce

Kde a; b; c jsou parametry funkcí.

Kromě logaritmické funkce v obecném tvaru jsou všechny výše uvedené funkce použity pro odvození výšek pro potřeby NIL, přičemž se vybírá vždy ta nejvhodnější pro konkrétní plochu resp. podplochu (ÚHÚL, 2001).

3.4.1.2. Výpočet metodou JOK

Z historických souvislostí, spojených s omezenou dostupností výpočetní techniky a složitostí měření výšek, vznikla metoda využívající systém schematizovaných jednotných výškových (JVK) a objemových křivek (JOK). Jejich použití vychází z teorie pozice středního stromu, který se nachází ve vzdálenosti 60 % z celkového počtu stromů, počítaných od nejtenčího stromu. Toto přibližné pravidlo stanovil v roce 1888 Weise a pro české poměry ho zpřesnil Halaj, když na základě rozsáhlého měření zjistil, že Weiseho procento závisí hlavně na tvaru rozdělení četností stromů v jednotlivých tloušťkových stupních (ŠMELKO, 2000). Pro takto zjištěné pořadí stromu je interpolací odvozena jeho tloušťka d_w , ta se vyhledá v porostu a provádí se měření výšek pro tuto a nejbližší tloušťky a z takto změřených výšek je odvozena výška h_w . Podle hodnot d_w a h_w je přiřazeno číslo jednotné výškové křivky a podle tohoto čísla pak objemy jednotlivých tloušťkových stupňů, jejichž vynásobením četnostmi a součtem se získá zásoba porostu.

Při výpočtu s použitím metody JOK mohlo být oproti výpočtu metodou ÚLT dosaženo celkové časové úspory zhruba 15 % (HALAJ IN ŠMELKO, 2000). Tato skutečnost má několik příčin. Hlavní vliv má menší počet měřených výšek, také odpadá nutnost tvorby výškového grafikonu a celkově menší náročnost na početní úkony. Při dnešním zpracování dat v počítači nebo přímo v porostu terénním počítačem či počítačovým terminálem průměrky je časová náročnost obou metod výpočtu prakticky srovnatelná.

Na svou dobu se jednalo o efektivní metodu vhodnou pro rozsáhlé stejnověké monokultury. Dnes se však tento způsob výpočtu považuje za překonaný i díky nástupu

moderních měřících přístrojů. S využitím ultrazvukových či laserových výškoměrů se podstatně zjednodušilo měření výšek, zároveň s rozšířením výpočetní techniky není problém vyjádřit střední tloušťku z kruhové základny jako kvadratický průměr a vytvořit stadiální výškovou křivku, která odpovídá skutečnému stavu konkrétního měřeného porostu.

3.4.2. Průměrkování na kruhových zkusných plochách

Samotnému průměrkování předchází stanovení vytyčovacího údajů, jako je velikost zkusných ploch, rozmístění a vzdálenost zkusných ploch, minimální počet zkusných ploch a intenzita výběru. Po signalizaci hranic zkusných ploch a vyprůměrkování je výpočet zásoby proveden podle metody ÚLT s přepočítáním na celou plochu porostu. Měřením veličin pouze na reprezentativním souboru stromů má za následek celkově menší počty změřených stromů, což je také důvod, proč není vhodný výpočet metodou JOK.

3.4.2.1. Vytyčovací údaje kruhových zkusných ploch

Kruhové zkusné plochy jsou charakterizovány několika údaji, které vypovídají především o plošném podílu zkusných ploch a o jejich počtech a rozmístění.

3.4.2.1.1. Potřebný minimální počet zkusných ploch

Rozsah výběru se odvozuje od variačního koeficientu, který charakterizuje rozrůzněnost zásoby po ploše porostu, přípustné chyby, která vyjadřuje požadovanou přesnost určení zásoby v procentech, dále koeficientu spolehlivosti, který zaručí, že skutečná chyba odhadu nepřekročí rámec požadované přesnosti se zvolenou pravděpodobností.

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 \cdot \sigma_x \%^2}{\Delta_x \%^2}$$

Rovnice 6: Minimální počet zkusných ploch

Kde: $\sigma_x \%$ - variační koeficient charakterizující variabilitu zásoby po ploše porostu

$\Delta_x\%$ - požadovaná přesnost určení zásoby porostu

t_α - koeficient spolehlivosti

3.4.2.1.2. Intenzita výběru

Intenzita výběru udává, jaký plošný podíl zaujímají všechny zkusné plochy vzhledem k ploše celého porostu. Jelikož reprezentativní metody mají za cíl zefektivnění pracovního postupu při zjišťování zásob pomocí měření pouze na určité části porostu, může při příliš malých intenzitách výběru docházet ke zkreslení výsledků, naopak při příliš velkých intenzitách se může vytratit hlavní výhoda kruhových zkusných ploch, kterou je nižší pracovní a časová náročnost oproti metodě průměrkování naplno. Z těchto důvodů je za ideální intenzitu výběru považována hodnota 25 – 30 %.

$$i\% = \frac{\Sigma p_i}{P} \cdot 100$$

Rovnice 7: Intenzita výběru

Kde: Σp_i - výměra všech zkusných ploch

P - celková výměra porostu

3.4.2.1.3. Rozmístění a vzdálenost zkusných ploch

Rozmístění zkusných ploch po ploše porostu by mělo být voleno tak, aby se co nejlépe zachytila struktura porostu po celé jeho ploše. V případě pravidelné struktury po celé ploše porostu lze použít umístění zkusných ploch podle pravidelné čtvercové či obdélníkové sítě. V případě, že lze v určitých částech porostu pozorovat různou strukturu, je vhodnější použití stratifikovaného rozmístění zkusných ploch, kdy se zkusné plochy umísťují do částí s odlišnou strukturou poměrně k jejich plošnému zastoupení.

Pro pravidelnou čtvercovou síť se odvodí odstupová vzdálenost jednotlivých zkusných ploch podle plochy porostu P a počtu zkusných ploch

$$s (m) = \sqrt{\frac{P(ha)}{n}}$$

Rovnice 8: Odstupová vzdálenost

3.4.2.1.4. Velikost zkusné plochy

Volba velikosti jedné zkusné plochy p se odvozuje od hektarového počtu stromů v porostu, tak aby bylo na jedné zkusné ploše ideálně 15 – 25 stromů. Z této myšlenky vyplývá nepřímá úměrnost mezi hektarovým počtem stromů v porostu a velikostí jedné zkusné plochy vyjádřená vzorcem:

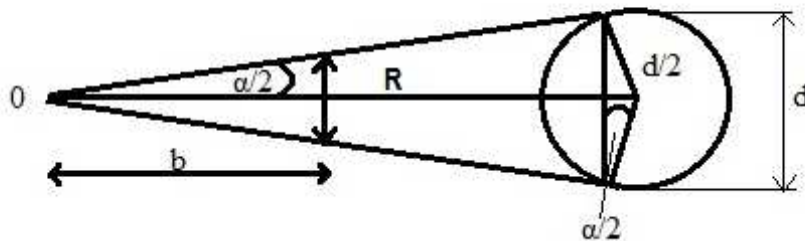
$$p = \frac{\text{opt. počet stromů na jedné zk. pl.}}{\text{počet stromů v porostu na 1 ha}}$$

Rovnice 9: Velikost zkusné plochy

3.4.3. Relaskopická metoda

Metoda, jejímž autorem je rakouský lesník Walter Bitterlich. svým matematickým základem poskytuje možnost odvozovat výčetní kruhové základny porostů i jejich zásoby. Jedná se o zvláštní typ kruhové zkusné plochy (relaskopické), která se vytýčí pro každý strom v okolí, přičemž poloměr relaskopické zkusné plochy je pro každý strom jedinečný a odvozuje se od tloušťky příslušného stromu. Objasnění metody s pomocí historicky první a nejjednodušší relaskopické pomůcky, relaskopické tyče, které uvádí ŠMELKO (2000) lze shrnout v následujícím textu.

Z vyznačeného stanoviska je postupně přes úhel α , který vzniká pohledem přes relaskopickou tyč o délce b na výřez na konci relaskopické tyče o šířce a zaměřováno na všechny okolní stromy do výšky 1,3 m.



Obrázek 1: Základní princip relaskopické zkusné plochy

$$R = C \cdot d = \frac{b}{a} \cdot d = \frac{1}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} \cdot d$$

Rovnice 10: Základní vztah relaskopické zkusné plochy

Poloměr R relaskopické zkusné plochy pro každý strom se pak rovná C násobku jeho tloušťky d . Pokud se tato tloušťka d jeví větší než šířka výřezu a , pak tento strom leží uvnitř zkusné plochy, jeho vzdálenost od vyznačeného stanoviska je menší než poloměr jemu příslušné relaskopické zkusné plochy a odpovídá tak c násobku kruhové základny porostu, to vyplývá ze skutečnosti, že mezi kruhovou základnou tohoto stromu g a výměrou jemu příslušné relaskopické zkusné plochy p platí vztah:

$$\frac{g}{p} = \frac{\frac{\pi}{4} d^2}{\pi \cdot \left(\frac{b}{a}\right)^2 \cdot d^2} = \frac{\frac{\pi}{4} d^2}{\pi \cdot \frac{d^2}{4 \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2}}} = \frac{1}{4 \cdot \left(\frac{b}{a}\right)^2}$$

Rovnice 11: Vztah kruhové základny stromu a příslušného relaskopické zkusné plochy

Po přepočtu na 1 ha pak:

$$g \cdot ha^{-1} = 2500 \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^2 = 10000 \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2} = c$$

Rovnice 12: Přepočet kruhové základny na 1 ha

Přesná hodnota poloměru R se ověřuje v případě, kdy se tloušťka stromu d jeví totožná s rozměrem a , v tom případě se strom nachází přesně na fiktivní hranici zkusné plochy a daný strom se započítává jen svou polovinou. Pro tyto případy se doporučuje v terénu provést kontrolní přeměření vzdálenosti stromu od stanoviska měřiče.

Při zjištění \underline{M} počtu stromů na stanovisku je kruhová základna:

$$G \cdot ha^{-1} = c \cdot M$$

Rovnice 13: Celková kruhová základna na 1 ha

Vztah mezi distančním faktorem \underline{C} a násobným faktorem \underline{c} je vyjádřen:

$$c = \left(\frac{50}{C}\right)^2 ; C = \frac{50}{\sqrt{c}}$$

Rovnice 14: Vztah mezi násobným a distančním faktorem

Po spočítání všech stromů na stanovisku a tedy zjištění kruhové základny na 1 ha se mezi zaujatými stromy vyhledá vzorník pro měření výšky, obvykle reprezentován aritmetickým průměrem tloušťky nejsilnějšího a nejtenčího stromu na stanovisku. Zmiňované údaje se zjišťují pro každou dřevinu zvlášť a hodnoty výtvarnicových výšek se odvozují z tabulek od průměrných hodnot ze všech stanovisek, ty se většinou umísťují v počtu 2-4 na 1 ha (ŠMELKO, 2000) a podle podobných kritérií jako kruhové zkusné plochy. Výtvarnicové výšky lze odvodit podle střední tloušťky a výšky z objemových tabulek nebo z růstových tabulek podle věku a bonity. Vynásobením kruhové základny na 1 ha zjištěné relaskopováním a výtvarnicové výšky je vyjádřena zásoba porostu na 1 ha, vynásobením výměrou celého porostu pak zásoba celého porostu.

Relaskopická metoda představuje efektivní a sofistikovaný způsob zjišťování taxačních údajů. Její uplatnění je vhodné zejména v porostech s absencí podrostu, kde je zajištěna dobrá a přímá viditelnost na okolní stromy v rámci relaskopického stanoviska.

4. Metodika

Tato práce se dotýká širšího spektra oblastí souvisejících se sběrem taxačních veličin pomocí nejnovějších elektronických registračních průměrek švédského výrobce Haglöf. Jedná se o popis samotných přístrojů a jejich ovládání, možnosti jejich konfigurace a o to jaké způsoby měření lze s jejich pomocí vykonávat, také je uvedeno krátké zhodnocení z hlediska ergonomie. Další část se zabývá využitím registračních průměrek v provozních podmínkách podniku Lesy České republiky, s.p. (Lesy ČR). Část práce je zaměřena na efektivitu sběru dat podle metodiky Lesy ČR s využitím průměrek Mantax Digitech (MD) a navržení její alternativy s využitím průměrky Digitech Professional (DP) s nainstalovaným softwarem LČRTax, zároveň je uvedeno srovnání časové náročnosti sběru dat pomocí registrační průměrky typu DP či Digitech Professional II (DPII) ve srovnání se sběrem dat s průměrkou bez možnosti registrace.

Dále byl vytvořen vlastní program pro sběr dat na kruhových zkusných plochách s názvem KOTEKPOKUS.VBX instalovaný do počítačového terminálu DPII a jednoduchá aplikace pro mobilní telefony zaměřená na výpočet objemů ležícího dříví s názvem LogCalculator.

4.1. Lokalizace

Testování uvedených programů spojených se sběrem dat bylo realizováno v lesích spravovaných podnikem Lesy ČR, konkrétně LS Vodňany. Podstatná část terénního měření a zkušeností bylo získaných v rámci provozní praxe během léta 2014.

4.2. Registrační průměrky výrobce Haglöf

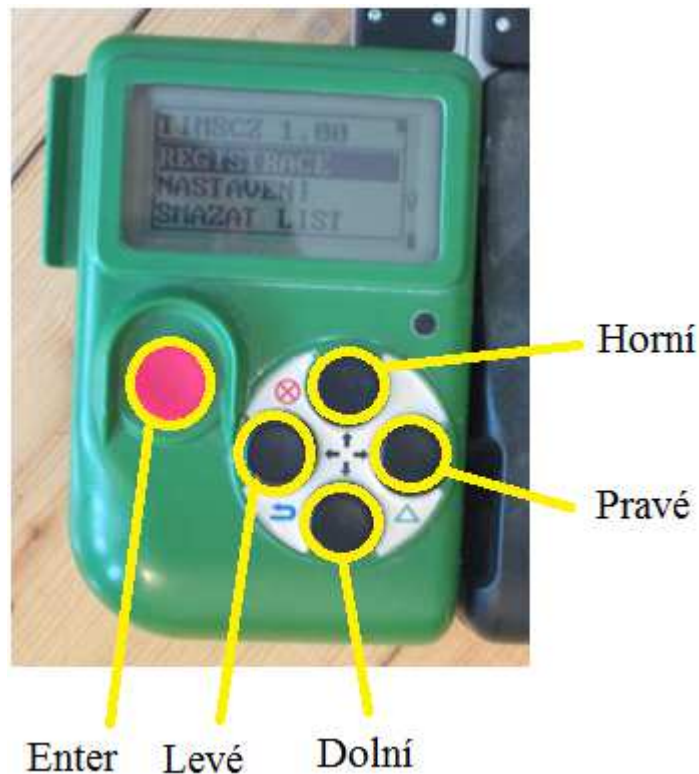
Zhruba poslední desetiletí byla nejsofistikovanějším zařízením pro sběr dendrometrických dat průměrka DP. Jako jedna z prvních je navržena jako víceúčelové zařízení s množstvím přídatného příslušenství, které společně s programovým vybavením determinují možnosti konkrétního použití. Jejím nástupcem se stala průměrka DPII představená poprvé v roce 2013 na výstavě ELMIA WOOD.

4.2.1. Průměrka Digitech Professional (DP)

Je důležité si uvědomit, že v dnešní době není průměrka jen pomůcka určená k odečítání tloušťky stromu, ale v podstatě plní úlohu terénního počítače, který lze využívat i k jiným účelům než jen ke zjišťování tloušťek stromů. Proto jsou základní konstrukcí dnešních digitálních průměrek často dvě oddělitelné části, a to počítačový terminál a stupnice.

Průměrka DP sestává z robustního počítačového terminálu připevněného na hliníkové stupnici s jedním pohyblivým a jedním pevným ramenem. Pro usnadnění transportu lze obě ramena sklopit. Terminál se ovládá pěti velkými tlačítky a veškeré prováděné kroky jsou přehledně interpretovány na displeji. Čtyři tlačítka uspořádané v kruhu mají v podstatě charakter šipek a páté tlačítko plní úlohu potvrzení požadované volby. Popis ovládání a jednotlivých funkcí je závislý na konkrétním nainstalovaném a spuštěném programu. S označením tlačítek jako Horní, Dolní, Levé, Pravé a Enter lze popsat obecné funkce při ovládání terminálu následovně:

- **Horní, Dolní, Levé, Pravé**- stisknutím některého s těchto tlačítek samostatně se provede pohyb v menu. Při editaci mohou sloužit k vkládání alfanumerických znaků a nastavení požadované hodnoty u sledované veličiny.
- **Enter**- Slouží k zapnutí počítačového terminálu, k vstupu do navolené položky v menu, k potvrzení (uložení) hodnot měřených veličin.
- **Levé + Dolní**- současné stisknutí má funkci Escape, tzn. krok o jednu úroveň zpět, při sběru dat se aktivací této funkce přejde k možnosti procházet jednotlivé naměřené údaje a případně k jejich opravě.
- **Pravé + dolní**- touto kombinací je aktivován IR port. Toho se často využívá při vkládání hodnot výšek stromů pořízených výškoměrem Vertex.
- **Pravé + Horní**- tato kombinace zajišťuje zapnutí osvětlení displeje.
- **Levé + Horní**- vypnutí počítačového terminálu.
- **Všech pět tlačítek současně**- po této operaci dojde k resetování terminálu, čímž se obsluha dostává do systémového menu, kde lze vybrat požadovaný program ze seznamu nainstalovaných programů, provádět nastavení komunikačního portu, jazyka displeje, hodin či kalibrace.



Obrázek 2: Tlačítka terminálu DP

4.2.2. Průměrka Digitech Professional II (DPII)

Vylepšením přístroje DP vznikl přístroj DPII. Ačkoliv průměrka DP II přináší několik změn oproti svému předchůdci, samotný koncept ovládání a vkládání hodnot (rozmístění a funkce tlačítek) vychází z předchozí verze, což obsluze zaručuje jednoduchý a intuitivní přechod od DP k DP II a opačně. Poměrně výrazné změny jsou patrné při samotném pohledu na průměrku, jedná se o několik vylepšení v ovládání a ergonomii přístroje. Nejvýraznější změnou je přesunutí počítačového terminálu z pevného ramene stupnice na rameno pohyblivé. Tato změna umístění má za následek lepší vyvážení a snížení namáhání levé ruky, obzvláště při déletrvajícím měření v terénu. Některé tyto změny jsou spojeny i se změnami či vylepšeními, které se týkají samotného ovládání průměrky. Novým komponentem, který výrazně usnadňuje používání je DP Radio. Jedná se o tlačítko s funkcí Enter umístěné na samotné stupnici umožňující vkládání hodnot do počítačového terminálu bez nutnosti připevnění terminálu na stupnici. Terminál může být umístěn kdekoli v kapse oděvu obsluhy nebo může být pro lepší kontrolu vkládaných dat umístěn na zápěstí pomocí speciálního

adaptéru DP II Wrist Link. Pro technickou specifikaci počítačového terminálu DPII a stupnice uvádí HAGLÖF (2013) následující parametry:

- **Počítačový terminál DPII**
 - Paměť- kapacita 1 GB, RAM 1 Mb
 - Procesor- 32 bit ARM procesor s nízkou spotřebou
 - Displej- černobílý, 128x64 pixelů
 - Klávesnice- 1 tlačítko Enter a 4 šipková tlačítka, ostatní funkce kombinací tlačítek
 - Zvukové znamení- zabudovaný reproduktor
 - Komunikace- USB, Bluetooth, sériový port, IR Port
 - Teplotní rozsah- -20°C až +60°C
 - Baterie- nabíjecí Li-ion baterie, napájená přes USB kabel
 - Stupeň ochrany- IP67
- **Stupnice**
 - Délka stupnice- 500mm; 650mm; 800mm; 950mm; 1020mm
 - Hmotnost- 500mm- 740g; 650mm- 850g; 800mm- 960g; 950mm- 1070g; 1020mm- 1120g
 - Stupeň ochrany- IP67

4.2.3. Příslušenství

Nespornou výhodou současné koncepce nových elektronických průměrek je možnost připojení širokého spektra příslušenství, čímž se značně rozšiřuje oblast původního využití. Jedná se zejména o:

Relaskopický adaptér- umožňující úhlové měření a počítání zaujatých stromů na relaskopických zkušných plochách (obsahuje čtveřici záměrných úseček).

Přídavná klávesnice- pro pohodlnější a rychlejší vkládání alfanumerických znaků.

DP DME- adaptér měřící vzdálenost k transpondéru T3 na ultrazvukové frekvenci 25 kHz. Využívané při měření vzdáleností obecně, u programu KOTEKPOKUS.VBX k měření vzdálenosti od středu zkušné plochy resp. pro zajištění nepřekročení nastavené hranice zkušné plochy.

Digitech Tape- digitální pásmo pro měření ležících kmenů a výřezů.

Gator Eyes- laserové adaptéry jednotlivě umístěné na obou ramenech pro měření tloušťek v nedostupných místech na stojícím stromě, díky sklonoměru zabudovanému v počítačovém terminálu

4.2.4. Výstupní datové formáty

Naměřená data jsou pro další vizualizaci či zpracování jsou poskytována v digitální formě. Výstupní soubory mohou mít různou podobu a vlastnosti podle účelu dalšího využití. V současné době většina programů pro terminály DP a DPII nabízí jako základní výstupní formu dat následující textové formáty, ale i mapové výstupy, data tedy nejsou binární:

- **TAB**- Jednoduchý textový formát, dostupný např. u programů vytvořených pomocí modulu Versio Builder, v počítači zobrazovaný s příponou .txt, jedná se o soubor s ASCII kódováním, který lze otevřít a číst i v jednoduchých textových editorech např. Poznámkový blok.
- **CSV**- textový soubor, který je schopen uchovat data v tabulkově strukturované podobě. Soubor .csv (*Comma- Separated Values* – hodnoty oddělené čárkou) je nejčastěji čten a zpracováván prostřednictvím MS Excel. Zde může být, při ukládání desetinných čísel, určitý problém s dalším zpracováním. Výstup z počítačového terminálu používá při uložení desetinných čísel desetinné tečky, ty je potřeba převést na desetinné čárky. V některých programech je tento formát pod označením EXCEL.
- **XML**- tyto soubory jsou vhodné pro složité struktury dat, které by nebylo možné podchytit pomocí tabulkového formátu. Soubor .xml (*Extensible Markup Language* – rozšiřitelný značkovací jazyk) lze upravovat pomocí jednoduchého textového editoru, text je kódovaný znaky Unicode, přičemž jednotlivé části textu mají pomocí tagů (značek) definovaný význam. Tato přizpůsobivost a zároveň jednoduchost formátu zaručuje široké využití pro výměnu dat.
- **GOOGLE EARTH**- tento výstupní soubor poskytuje např. program TIMS, jedná se o zobrazení plochy měřeného porostu nebo pozic zkusných ploch, pokud byly potřebné prostorové informace během sběru dat pořízeny pomocí přídavného GPS přijímače, připojeného k počítačovému terminálu pomocí Bluetooth.

Následující obrázky podávají přehled o výše popsanych souborech. Soubor ve formátu .xml otevřený v jednoduchém textovém editoru ukazuje strukturu tohoto značkovacího jazyka, příklad aplikace pro jeho zpracování je uveden v kapitole 4.6.2. Pro srovnání je vložen i stejný soubor ve formátu .csv otevřený v MS Excel.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?><?xml-stylesheet type="text/xsl" href="PrumNaplnocZ.xslt"?><StojiciStromy><ListData><!--
ProgramVerzion>PROFITAX DPII 1.00</ProgramVerzion--><JmenoSouboru>0001-111-A-11-01_2015-02-28_30385</JmenoSouboru><Datum>2015-02-
28</Datum><KodLHC>0001</KodLHC><OddeleNi>111</OddeleNi><DiTeC>A</DiTeC><Porost></Porost><PorSkup></PorSkup><Etaz>11
</Etaz><TezPrvek>01</TezPrvek><Poznamka>STE
</Poznamka><CisloPrumerky>30385</CisloPrumerky><TypZasob>PRUM.NAPLNO</TypZasob></ListData><StromuSet><Stromu><CisloStromu>1</CisloStromu><DrevinaK
od>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>362</VycTloustka><Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>27.1</Vyska><orientobjem>
1.23</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>2</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>206</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>21.4</Vyska><orientobjem>
0.31</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>3</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>225</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>4</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>310</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>5</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>379</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>6</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>300</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>26.7</Vyska><orientobjem>
0.83</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>7</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>414</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>8</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>181</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>9</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>239</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>23.9</Vyska><orientobjem>
0.47</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>10</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>346</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>11</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>196</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>22.7</Vyska><orientobjem>
0.30</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>12</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>349</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>13</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>369</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>14</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>279</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>15</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>287</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>16</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>283</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>17</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>361</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>18</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>305</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>19</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>258</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>20</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>321</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>21</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>273</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>22</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>318</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>23</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>214</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>24</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>204</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>25</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>253</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>26</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>180</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>27</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>252</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>28</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>351</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>29</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>246</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>0.0</Vyska><orientobjem>
0.00</orientobjem></Stromu><Stromu><CisloStromu>30</CisloStromu><DrevinaKod>1</DrevinaKod><DrevinaZkr>SM</DrevinaZkr><VycTloustka>265</VycTloustka>
<Kvalita>BEZ ROZL</Kvalita><Vyska>25.1</Vyska><orientobjem>
```

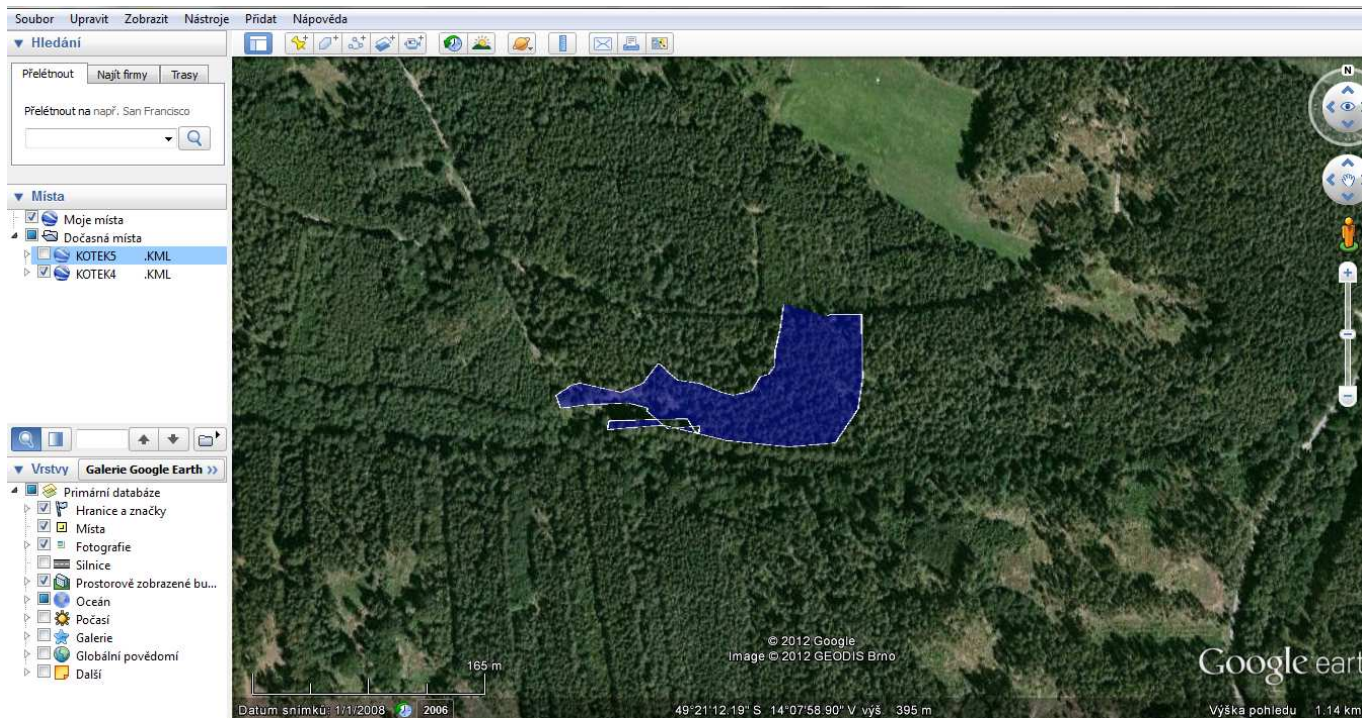
Obrázek 3: Výstup z programu LCRTax ve formátu .xml

0001-111-A-11-01_2015-02-28_30385.csv - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	JMENO SOUBOR 0001-111-A-11-01_2015-02-28_30385									
2	DATUM	28.2.2015								
3	KOD LHC	1								
4	ODDELENI	111								
5	DILEC	A								
6	POROST									
7	POR.SKUP									
8	ETAZ	11								
9	TEZ.PRVEK	1								
10	POZNAMKA	STE								
11	CISLO PRUMERK'	30385								
12	TYP ZJISTOVANI	PRUM.NAPLNO								
13										
14	Cislo stromu	Drevina_k	Drevina_z	Vyc.tloust	Kvalita	Vyska (m)	Orient. objem (m3 s k.)			
15	1	1	SM	362	BEZ ROZL	27.1	1.23			
16	2	1	SM	206	BEZ ROZL	21.4	0.31			
17	3	1	SM	225	BEZ ROZL	0.0	0.00			
18	4	1	SM	310	BEZ ROZL	0.0	0.00			
19	5	1	SM	379	BEZ ROZL	0.0	0.00			
20	6	1	SM	300	BEZ ROZL	26.7	0.83			
21	7	1	SM	414	BEZ ROZL	0.0	0.00			
22	8	1	SM	181	BEZ ROZL	0.0	0.00			
23	9	1	SM	239	BEZ ROZL	23.9	0.47			
24	10	1	SM	346	BEZ ROZL	0.0	0.00			
25	11	1	SM	196	BEZ ROZL	22.7	0.30			
26	12	1	SM	349	BEZ ROZL	0.0	0.00			
27	13	1	SM	369	BEZ ROZL	0.0	0.00			
28	14	1	SM	279	BEZ ROZL	0.0	0.00			
29	15	1	SM	287	BEZ ROZL	0.0	0.00			
30	16	1	SM	283	BEZ ROZL	0.0	0.00			
31	17	1	SM	361	BEZ ROZL	0.0	0.00			
32	18	1	SM	305	BEZ ROZL	0.0	0.00			
33	19	1	SM	258	BEZ ROZL	0.0	0.00			
34	20	1	SM	321	BEZ ROZL	0.0	0.00			
35	21	1	SM	273	BEZ ROZL	0.0	0.00			
36	22	1	SM	318	BEZ ROZL	0.0	0.00			
37	23	1	SM	214	BEZ ROZL	0.0	0.00			
38	24	1	SM	204	BEZ ROZL	0.0	0.00			

Vyberte cíl a stiskněte klávesu Enter nebo zvolte příkaz Vložit.

Obrázek 4: Výstup z programu LČŘ-Tax ve formátu .csv



Obrázek 5: Výstup z Programu TIMS- GOOGLE EARTH

4.2.5. Ergonomie průměrek DP a DP II

Tato kapitola byla včleněna na základě osobních zkušeností se zaváděním průměrek DP u podniku Lesy ČR. Z vlastních zkušeností a ze zkušeností dotázaných pracovníků při přechodu z průměrek MD na průměrky DP bylo možné zaznamenat pociťovanou únavu a při dlouhodobém měření i bolestivé stavy způsobené větší zátěží levé ruky.

Oficiální definici podle ČSN EN 614-1:2006 (83 3501) uvádí ve své práci MAREK A SKŘEHOT (2009) v následujícím znění: Ergonomie (studium lidských činitelů) se zabývá studiem vzájemných vztahů (interakcí) mezi lidmi a dalšími prvky systému. Ergonomie aplikuje teoretické poznatky, zásady, empirická data a metody pro navrhování zaměřené na optimalizaci pohody osob a celkovou výkonnost systému.

Z této definice můžeme odvodit, že jde o zkoumání vztahů v trojúhelníku, ve kterém tvoří jeden vrchol člověk, druhý vrchol nástroj a zbývající vrchol je představován prostředím. MAREK A SKŘEHOT (2009) dále uvádějí do jakých vědních oborů ergonomie, jako multidisciplinární obor zasahuje. Jedná se především

o biomechaniku, fyziologii práce, antropologii, psychologii práce, bezpečnost práce, ale i společensko-ekonomické obory, jejichž rozsah je značně široký.

Konstrukce obou zmiňovaných přístrojů se od sebe z ergonomického hlediska v několika aspektech odlišuje. V následujícím textu je stručně zhodnocen úchop obou přístrojů a jeho vliv na pohodlí obsluhy. Pro oba typy přístrojů je společný základní postoj a poloha ramen a předloktí, tato poloha na spodním obrázku je označována jako oblast bezpečná, resp. oblast pohodlné pozice (HLÁVKOVÁ, 2012).



Obrázek 6: Oblast pohodlné pozice

4.2.5.1. Ergonomie DP

Převážná část hmotnosti celé průměrky je díky její konstrukci, umístění počítačového terminálu na levém nepohyblivém rameni průměrky, soustředěna na levou ruku obsluhy. Při sběru dat v terénu během průměrkování porostů je po většinu času přenášena v obou rukách, přičemž je levou rukou prováděn dynamický úchop s pohybem palce. Při určitých operacích během ovládní počítačového terminálu často dochází k ovládní terminálu pravou rukou a celá hmotnost přístroje tak spočívá v ruce levé. Levá ruka je přitom v některých okamžicích během práce v pozici ulnárního vychýlení (směrem k malíčku) k tomu ještě může přistupovat napětí z tlaku vyvolané šroubem s kulovitou hlavou, který zajišťuje spojení terminálu se stupnicí.

4.2.5.2. Ergonomie DPII

Oproti předešlé verzi je počítačový terminál přesunut na pohyblivé rameno stupnice, tím je zajištěno uchopení průměrky blíže k těžišti. Dalším opatřením, které zajišťuje přirozenější polohu ruky je tlačítko DP Radio s funkcí Enter, rovněž umístěné na pohyblivém rameni, takto je docíleno pozice bližší přirozené poloze zápěstí s cylindrickým dlaňovým úchopem. Určitý problém může vznikat při ovládní ostatních funkcí tlačítka na počítačovém terminálu, v tom případě většinou vzniká ulnární vychýlení a extenze zápěstí a ovládní tzv. skákavým palcem.

4.2.5.3. Vliv ergonomie

Výše uvedené polohy ruky, ulnární vychýlení, extenze, případně i napětí z tlaku a skákavý palec, mohou způsobovat při silném namáhání a delší expozicích těmto vlivům syndrom karpálního tunelu, ten je klinickým projevem útlaku *nervus medianus* (středový nerv) v oblasti karpálního tunelu, kromě přímého mechanického tlaku se na vzniku podílí i ischemie (místní nedokrevnost) z postižení *vasa nervorum* (drobné cévy vyživující nervy) (DUFEK, 2006). Tento klinický projev nebude zřejmě spojen přímo se samotným měřením pomocí průměrek DP či DPII, ale popsané polohy mohou mít vliv na pohodlí a pocit únavy horních končetin. Pocit únavy levé končetiny při

průměrkování pomocí DP po několika dnech úplně odezněl a pro prokázání vlivu na některé klinické projevy by bylo nutné provést sledování vystavení časové expozice jednotlivým úchopům a měření svalového napětí.

Určitým řešením by mohlo být opatření průměrky pistolovou rukojetí, díky které se ruka dostává blíže k pozici přirozené polohy, takové řešení nabízí i finský přístroj Masser. Řešením za podobným účelem pro ruční počítačové terminály se zabývá např. i patent autorů KUNERT ET AL (2000), kdy je ruční počítačový terminál vybaven právě pistolovou rukojetí i s některými ovládacími prvky.



Obrázek 7: Extenze zápěstí



Obrázek 8: Vychýlení zápěstí při ovládní terminálu palcem



Obrázek 9: Přirozená poloha při použití tlačítka DP Radio

4.2.6. Versio Builder

Versio Builder je softwarový modul v aplikaci Haglöf Management Systems (HMS) určený k tvorbě vlastního softwaru pro sběr dat a spuštění v terminálu DP/DPII, v kterém je nutné mít nainstalovaný software Versio DP. Data pořízená takovýmto programem mohou být z průměrky do počítače převedena jako soubory .tab, .xml a .csv, které lze otevřít například v programech Excel a Word. Soubor .tab je jednoduchý datový formát pro uchovávání dat v tabulkové struktuře a je alternativou k souboru .csv, kdy je oddělovačem jiný znak než čárka.

Versio Builder poskytuje prostředí pro tvorbu programů rozdělené do těchto tří základních kategorií:

- **Proměnné hlavičky**- sdružují skupinu datových proměnných, může se jednat například o zkusnou plochu, jsou vylišeny tagem <HeaderVars> </HeaderVars>
- **Datové proměnné**- datovou proměnou může být téměř cokoliv, jsou sdruženy pod hlavičkou a jsou vylišeny pomocí tagu <DataVars> </DataVars>
- **Programový text**- slouží ke změně názvů zobrazených v průměrce, ne ke změně funkce, ale pouze ke změně textu, vylišené tagem <Text> </Text>

Pro tvorbu vlastního programu pomocí Versio Builder lze použít až deset následujících proměnných:

- **Numeric**- k ukládání číselných hodnot odvozených ze stupnice nebo navolených tlačítka.
- **Decimal**- slouží k uložení číselných hodnot s desetinnými místy odvozených ze stupnice nebo navolených tlačítka.
- **Text**- proměnná určená k uložení textu.
- **List**- proměnná určená k uložení předdefinovaných hodnot ze seznamu.
- **Data**- k ukládání číselných hodnot ve formátu data.
- **Scale**- slouží k načtení hodnot ze stupnice.
- **Vertex**- nastavení pro hodnoty získané přenosem ze zařízení Vertex po zapnutí IR přijímače na průměrce.
- **GPS**- pod touto proměnou jsou uloženy prostorové souřadnice získané z přijímače GPS připojeného k průměrce pomocí technologie Bluetooth.
- **PosTex**- uložení hodnot přenesených IR přijímačem z nástroje PosTex.
- **Digitech Tape**- proměnná pro nastavení měření pomocí digitálního pásma.

- **Yes/No**- proměnná binárního typu ano/ne.
- **Calculation**- pro provádění jednoduchých výpočtů.
- **DP DME**- po zvolení této proměnné je možné měřit a ukládat vzdálenosti pomocí DP DME.

4.2.6.1. Vytvoření programu v prostředí Versio Builder

V rámci této diplomové práce byl vytvořen jednoduchý program pro sběr dat s pracovním názvem KOTEKPOKUS.VBX. Základní filosofií při jeho tvorbě bylo zajistit efektivní měření na kruhových zkusných plochách s registrací proměnných umožňující výpočet zásob, ale i intenzity probírek.

4.2.6.1.1. Pracovní postup tvorby programu

KOTEKPOKUS.VBX

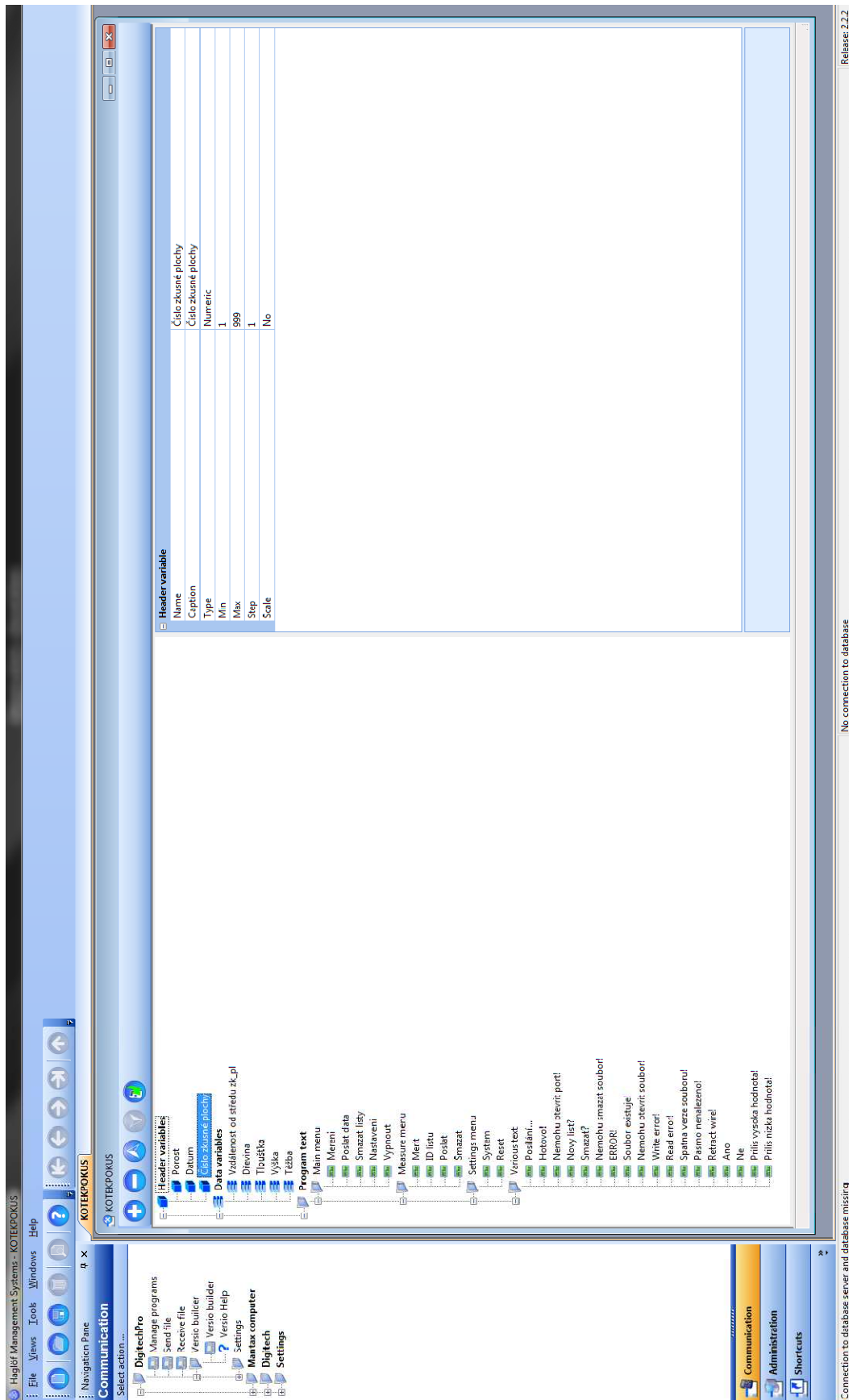
Vlastní program pro průměrky DP/DPII vytvořený prostřednictvím Versio Builder je uložen s příponou .vbx, což je vlastně ovládací prvek, který může být použit v programovacích jazycích Visual Basic či Visual C++. Základem správného fungování navrženého programu v prostředí Versio Builder je opatření licenčního klíče, ten je dodáván společností Haglöf ve formě USB paměti, která musí být připojena pro úspěšné uložení vytvořeného programu. Samotná tvorba programu pak spočívá ve výběru požadovaných proměnných, definování jejich názvů, jak budou zobrazeny a jakým způsobem vkládány hodnoty. Pro potřeby sběru dat na kruhových zkusných plochách s možností výpočtu zásob a intenzity probírek je potřebné mít možnost vybrat z předem vytvořeného seznamu druh dřeviny a registrovat dále její tloušťku, mít možnost přiřadit také výšku stromu a označit, zda je konkrétní strom v terénu určen k těžbě či nikoliv. Mimo to je také vhodné mít přehled, v jaké vzdálenosti od středu zkusné plochy se posuzovaný strom nachází, tzn. zda je či není zaujatý, popřípadě hraniční.

Proto byly vybrány následující proměnné:

- **Text**- v tomto případě nese název Porost a slouží k identifikaci jednotky prostorového rozdělení lesa.
- **Date**- slouží k zaznamenání data měření ve formátu RRRR/MM/DD, označená jako Datum.
- **Numeric**- veličina pojmenovaná jako Číslo zkusné plochy, určena k identifikaci kruhové zkusné plochy.

Předešlé proměnné Text, Date a Numeric jsou nastaveny jako proměnné hlavičky souboru, pod kterou jsou seskupeny následující proměnné pro každý registrovaný strom:

- **DPDME**- proměnná pojmenovaná **Vzdálenost od středu zk_pl**, je určena k měření vzdálenosti od středu zkusné plochy pomocí ultrazvuku, v terminálu pod označením **vzstr**, pro zajištění správné funkce je nutné počítačový terminál vybavit ultrazvukovým adaptérem a do středu zkusné plochy umístit ultrazvukový transpondér T3.
- **List**- označena jako **Dřevina**, jedná se o seznam, ze kterého se navolí požadovaná dřevina, v počítačovém terminálu se zobrazuje jako **Drev**.
- **Scale**- pojmenovaná jako tloušťka, v terminálu nese označení **D1,3** a slouží ke vkládání hodnot ze stupnice, tedy k registraci tloušťek.
- **Scale**- stejně nastavená jako předcházející, ale pod názvem **Výška**, zobrazovaná počítačovým terminálem jako **H**.
- **Yes/No**- proměnná pojmenována **Těžba**, v terminálu pod označením **Tezba**, slouží vylišení stromů, zda jsou nebo nejsou určeny k těžbě (probírce).



Obrázek 10: Prostředí Versio Builder

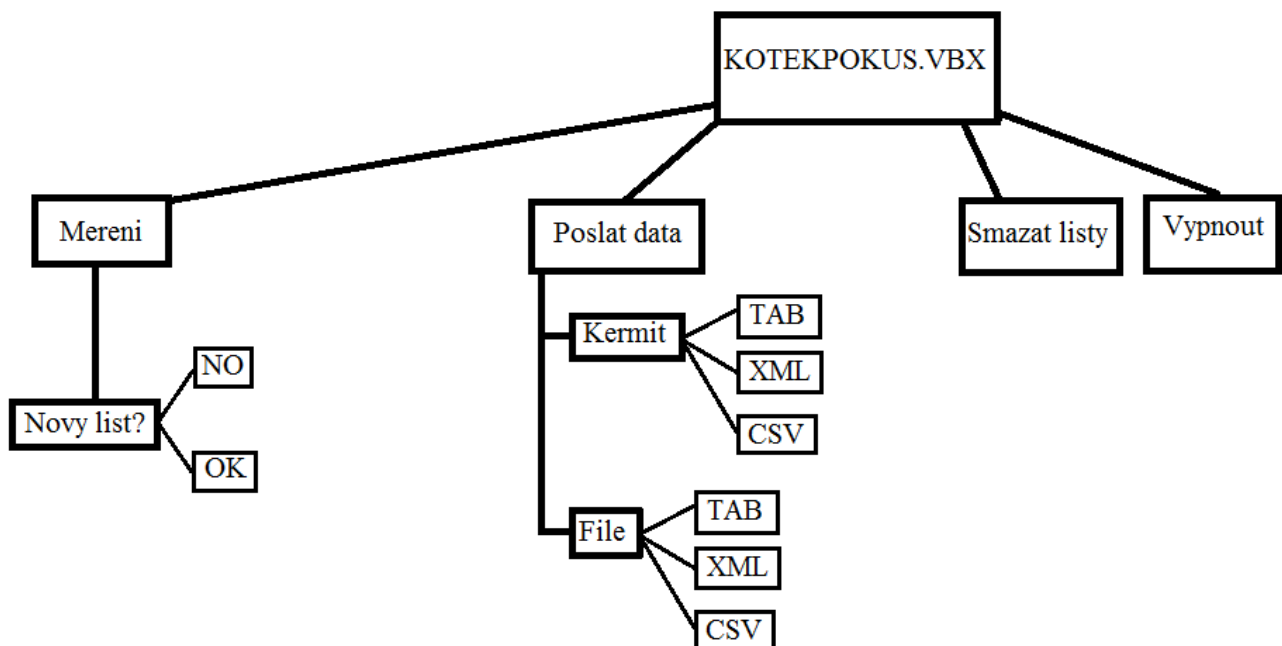
Ačkoliv pro registraci výšek se jeví jako vhodnější použít proměnou Vertex, je v současné fázi programu KOTEKPOKUS.VBX s praktických zkušeností použita proměnná Scale a to z několika důvodů. Hlavním důvodem je, že proměnná Vertex je vázána na zapnutí IR portu průměrky a příjem hodnoty výšky touto cestou, to prakticky vylučuje použití výškoměrů, jež nejsou vybaveny možností přenosu změřené hodnoty právě pomocí IR portu. Dále bylo zohledněno časové hledisko určité časové prodlevy v případě, že obsluha nechce vkládat výšku, aktivovaný IR port totiž čeká určitou dobu na příjem hodnoty. Z dosavadních zkušeností v terénu zatím vyplývá, že je rychlejší stupnicí nastavit například nulovou hodnotu pro odlišení stromů, u kterých nebyla výška měřena a následně je odfiltrovat při dalším výpočtu a vyjádření výškové struktury.

Výše uvedené proměnné jsou vypsány ve stejném pořadí v jakém počítačový terminál průměrky vyžaduje jejich registraci. Jednou z myšlenek při navrhování a tvorbě tohoto programu bylo zrychlení vytyčení zkusné plochy díky použití ultrazvukového měřicího zařízení připojeného k počítačovému terminálu. Díky jeho použití není nutné vyměřovat hranice zkusné plochy pásmem, stačí umístit zapnutý ultrazvukový transpondér T3 do středu zkusné plochy a podle vzdálenosti měřené zařízením DP DME od terminálu průměrky je poskytován přehled o dosahovaném poloměru a tedy i tom, zda se konkrétní strom nachází uvnitř zkusné plochy či nikoli. Pro lepší přehlednost se doporučuje i v tomto případě vyznačení hranice kruhové zkusné plochy na dvou či čtyřech místech (výtyčkami, značky na stromech apod.).

Posloupnost registrace proměnných byla v první fázi navržena podle určitého konsenzu dodržovaného při sběru dendrometrických charakteristik. Tím je myšleno, že se nejdříve zaznamenává druh dřeviny a poté tloušťka, případně výška stromu. Po dalších zkušenostech z měření byl původní návrh přepracován s ohledem na skutečnost, že je efektivnější zjišťovat vzdálenost od středu kruhové zkusné plochy na prvním místě. To umožňuje, při překročení hranice zkusné plochy, ihned přesun k dalšímu stromu bez zbytečné registrace parametrů. V původním návrhu byly nejdříve registrovány až tři proměnné, poté zjištěna vzdálenost od středu kruhové zkusné plochy a pokud byla překročena její hranice, musely být zaznamenané parametry stromu, nacházejícího se mimo zkusnou plochu, opraveny podle parametrů dalšího stromu uvnitř zkusné plochy, aby nedocházelo k registraci stromů mimo zkusnou plochu. Stromy umístěné mimo zkusnou plochu mohou být samozřejmě odstraněny během dalšího výpočtu, ale je zde určitá pravděpodobnost, že by se toto opatření mohlo

zapomenout provést, to by v případě reprezentativních metod zjišťování zásob mohlo znamenat poměrně znatelné zkreslení výsledků.

V této chvíli je poslední provedenou úpravou převod jednotek původních hodnot poskytovaných ze stupnice, ta je členěna na milimetry a hodnoty z ní přebírané jsou pro tloušťky registrovány v milimetrech, pro výšky v decimetrech. To znamená další poměrně zbytečnou operaci při konečném zpracování dat. Obě proměnné jsou upraveny potřebným dělitelem a jsou tedy hned od začátku interpretovány v centimetrech resp. výšky v metrech. Dále bylo provedeno přepsání všech původně anglických výrazů v menu program.



Obrázek 11: Základní struktura programu KOTEKPOKUS.VBX

4.2.6.1.2. Nahrání programu do počítačového terminálu DPII

Úspěšnému přenosu a spuštění programu vytvořeného v prostředí Versio Builder předchází propojení počítačového terminálu s počítačem USB kabelem a spuštění terminálu v režimu USB restartováním terminálu stiskem všech pěti tlačítek najednou, v této fázi je k dispozici seznam dosud nainstalovaných programů v terminálu. Po vyvolání funkce Escape se zobrazí základní systémové menu počítačového terminálu, kde se navolí položka USB, po jejím zvolení lze s terminálem zacházet jako s výměnou pamětí, podobně jako s flash diskem. V počítači se zobrazí nová ikona s názvem DPII mezi zařízeními s vyměnitelným úložištěm, po jejím otevření jsou k dispozici složky

PRG a DATA. Složka PRG je adresář pro uložení programů vytvořených pro DPII, do složky DATA se pak mohou posílat soubory vytvořené při měření. V tento okamžik je nutné zkontrolovat, jestli se ve složce PRG nachází soubor s názvem Versio s příponou .DP2. Pokud ne, je třeba tento soubor opatřit a zkopírovat do tohoto adresáře. Do stejného adresáře, tedy PRG, se poté zkopíruje i vytvořený program s příponou .vbx. Podobné opatření se provede i ve složce DATA, po jejím otevření se zobrazí složky s názvy jednotlivých nainstalovaných souborů, které mají ve složce PRG příponu .DP2, měla by tu tedy být i složka s názvem Versio a právě do ní je třeba opět zkopírovat stejný soubor vytvořeného programu s příponou .vbx jež byl vložen i do složky PRG. Po vložení programu do průměrky je třeba na průměrci ukončit režim USB zvolením funkce Escape a v systémovém menu počítačového terminálu zvolit položku Vybrat program, dále zvolit Versio, pokračovat volbou Otevřít a poté ještě potvrdit zvolením Start, po zkontrolování platnosti licence je možné po zvolení položky Soubor a dále Otevřít zobrazit seznam programů s příponou .vbx vytvořených v modulu Versio Builder a nahraných do terminálu průměrky. V tuto chvíli stačí nalistovat požadovaný program spustit ho stisknutím Enter.

4.2.6.1.3. Sběr dat

Po otevření programu KOTEKPOKUS.VBX se zobrazí hlavní menu programu, kde je v záhlaví jeho jméno a následující položky:

- **Mereni-** po zvolení této položky je obsluha dotazována na možnost pokračování v editaci v některém dříve vytvořeném listu (souboru) nebo na vytvoření nového listu. Pokud chce obsluha pokračovat v práci v dříve vytvořeném souboru, zvolí se možnost Ne, v tu chvíli je možné zvolit, zda se bude pokračovat registraci dalších proměnných u dalších stromů, měnit hlavička souboru zvolením položky ID listu, nebo se zvolený list odešle či smaže.
- **Poslat data-** slouží po zvolení požadovaného formátu dat k odeslání vytvořených souborů do počítače nebo do interní složky DATA.
- **Smazat listy-** prostřednictvím této položky se přejde k výběru souboru určeného ke smazání.
- **Vypnout-** slouží k vypnutí počítačového terminálu.

Při samotném sběru dat v terénu se začíná u každého stromu zjištěním jeho vzdálenosti od středu kruhové zkusné plochy pomocí ultrazvuku, k tomu je třeba mít na terminálu připojené zařízení DP DME, které emituje ultrazvuk o frekvenci 25 kHz směrem k transpondéru T3 ve středu zkusné plochy, ten signál zachytí a vrátí zpět do DP DME, podle času spotřebovaného od emise k opětovnému zachycení se odvozuje vzdálenost. Aktivace měření se na počítačovém terminálu spouští Horním tlačítkem. Takto naměřená hodnota je zobrazena na displeji a může být uložena stisknutím tlačítka Enter nebo opětovným zmáčknutím Horního tlačítka změřena znovu. Poloměry pro požadovanou výměru zkusné plochy nejsou vždy jednotné, konkrétní hodnota poloměru zkusné plochy je závislá na sklonu terénu, ten ovlivňuje vzdálenosti kosinovou složkou úhlu sklonu. Jelikož poloměr se podílí na výpočtu výměry kruhové zkusné plochy svou druhou mocninou, je nutné opravit poloměr odmocninou kosinové složky sklonu terénu, tedy podle vztahu

$$r_s = \frac{r_r}{\sqrt{\cos \alpha}}$$

Rovnice 15: Výpočet poloměru kruhové zk. pl. na svahu

kde r_s - poloměr na svahu

r_r - poloměr na rovině

α - sklon svahu ve stupních

Následující tabulka uvádí upravené poloměry kruhových zkusných ploch v metrech pro některé sklony terénu.

Tabulka 2: Poloměry kruhových zkusných ploch podle sklonu terénu

Sklon		Výměra kruhové zkusné plochy [ha]					
°	%	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,10
0	0	5,64	7,98	9,77	11,28	12,62	17,84
10	18	5,69	8,04	9,85	11,37	12,71	17,98
15	27	5,74	8,12	9,94	11,48	12,84	18,15
20	36	5,82	8,23	10,08	11,64	13,01	18,40
25	47	5,93	8,38	10,26	11,85	13,25	18,74
30	58	6,06	8,57	10,50	12,13	13,56	19,17
35	70	6,23	8,82	10,80	12,47	13,94	19,71
40	84	6,45	9,12	11,16	12,86	14,41	20,38
45	100	6,71	9,49	11,62	13,42	15,00	21,22

Po uložení vzdálenosti od středu kruhové zkusné plochy je registrován druh dřeviny. Stačí vybrat požadovanou dřevinu Pravým, resp. Levým tlačítkem a potvrdit Enter. K dispozici je seznam 14 dřevin, a to Smrk, Borovice, Modřín, Douglaska, Jedle, Dub, Buk, Bříza, Jilm, Jasan, Lípa, Vrba, Topol, Olše.

Tloušťka se odvozuje od vzdálenosti pohyblivého ramena od ramena nepohyblivého. Tato hodnota je průběžně zobrazována na displeji a po stisknutí Enter uložena.

Hodnota výšky stromu je zadávána také pomocí stupnice. Pohybem pohyblivého ramena, případně Levým a Pravým tlačítkem se požadovaná hodnota nastaví a uloží stiskem Enter.

Poslední proměnou přiřazovanou ke každému stromu je rozlišení, zda je daný jedinec určen k těžbě či nikoli. Levým nebo Pravým tlačítkem se tak jednoduše nastaví Yes nebo No a uloží tlačítkem Enter.

Uložení každé proměnné je doprovázeno jednoduchým zvukovým signálem, po uložení poslední proměnné a opětovném stisknutí Enter se ozve dvojitý zvukový signál, přičemž se přejde k registraci proměnných u dalšího stromu. Každému stromu je také automaticky přiřazováno pořadové číslo zobrazované v pravém horním rohu displeje. Oprava uložených dat se provádí funkcí Escape a nalistováním konkrétního stromu,

podle jeho pořadového čísla, u tohoto stromu se nalistuje požadovaná proměnná a opětovným zadáním hodnoty dojde k její opravě.

Ze srovnávacích měření spotřeby času, po zprůměrování získaných hodnot, vychází, že s použitím vytvořeného programu v průměrce DPII se dosahuje zhruba 12% úspory času potřebného pro sběr dat v terénu oproti vytyčování kruhových zkusných ploch pásmem a sběrem dat analogovou průměrkou a záznamem dat na papírový formulář, přičemž sběr dat s pomocí průměrky DPII byl proveden jen jedním pracovníkem, při použití analogové průměrky a vytyčování kruhové zkusné plochy pomocí pásma terénní práce prováděli dva pracovníci. Zmíněná časová úspora vychází pouze z pěti provedených srovnávacích měření a nelze je v tuto chvíli považovat za dostatečně statisticky průkazné, ale lze předpokládat, že s takto navrženým programem je možné sbírat data efektivněji než s použitím analogové průměrky. Opět je zde i určitou výhodou digitální podoba dat.



Obrázek 12: Program KOTEKPOKUS.VBX při měření

4.2.6.1.4. Zpracování dat

S takto navrženým programem lze poměrně efektivně sbírat data potřebná pro výpočet zásob a intenzit probírek na zkušných plochách. Jelikož v současné době jsou možnosti nastavení výpočtů v modulu Versio Builder poněkud omezené, je konečný výpočet záležitostí PC do kterého jsou data přesunuta. Program navržený v modulu

Versio Builder dnes umožňuje v počítačovém terminálu výpočty omezené na aritmetické průměry vybraných proměnných. Tato skutečnost může být zdánlivou nevýhodou oproti programům, jež jsou schopné provádět složitější výpočty a interpretaci výsledků přímo v počítačovém terminálu. Tuto nevýhodu lze odstranit např. mezikrokem, spočívající v přeposlání naměřených dat do některého mobilního zařízení (tablet, mobilní telefon) nebo počítače s použitím konkrétně vytvořeného programu, který otevře a automaticky provádí se souborem .xml takové výpočty a interpretaci výsledků jaké jsou potřeba. Další možností je otevření souboru .csv v počítači v prostředí Excel a požadovaný výpočet provést ručně. Pokud se výpočet zásoby bude odvozovat od výtvarnice je výpočet zásoby a intenzity probírky na jedné zkusné ploše záležitostí maximálně pěti minut. V podstatě se jedná o vyfiltrování stromů s naměřenou výškou a vytvoření bodového grafu závislosti výšek na tloušťkách a proložení bodového pole vhodnou spojnicí trendu (logaritmickou), tím vznikne proložení grafu křivkou, která představuje vyrovnané výšky pro jednotlivé tloušťky. Z vypsání rovnice regrese jsou odvozeny vyrovnané výšky pro všechny jednotlivé tloušťky, jejich násobením tloušťkou a výtvarnicí pak vznikají jednotlivé objemy stromů a jejich součtem zásoba na zkusné ploše. Dalším vyfiltrováním stromů určených k těžbě, podle hodnoty Yes/No, se získají objemy jednotlivých stromů určených k těžbě a jejich součtem hmota navrhované probírky na zkusné ploše. Z hmoty probírky a celkové zásoby na zkusné ploše se pak vyjádří síla zásahu v procentech.

Modul Versio Builder je součástí programu Haglöf Management Systém (HMS), který je koncipován jako komplexní řešení pro práci s informacemi z lesních porostů. HMS může být složeno s několika modulů, tak poskytuje jednotné rozhraní pro několik funkcí, ukládání a práci s naměřenými daty, jejich výměnu s dalšími zařízeními, možnost sdílení databází a vytváření nových. Dále je možné prostřednictvím mapového modulu vytvářet prostorové informace. V dalším modulu lze vytvářet a spravovat kontrakty, ceníky, odvozy ležícího dřeva a jeho zásoby na jednotlivých lokalitách.

03042015-00-KOTEKPOKUS - Poznámkový blok

Soubor Úpravy Formát Zobrazení nápověda

Verze v1.55

Porost 8D7
Datum 2015\04\04
Číslo zkušné plochy 1

		vzdálenost od středu	zk_pl	Dřevina	tloušťka	výška	těžba
388	Smrk	22.2	0	Ne			
248	Smrk	27.4	25.4	Ne			
323	Smrk	18.8	18	Ano			
458	Smrk	24.7	0	Ne			
128	Smrk	21.1	0	Ne			
707	Smrk	20.4	19.6	Ano			
812	Smrk	24.6	23.8	Ne			
780	Smrk	21.2	22.2	Ano			
672	Smrk	24.2	23.3	Ne			
880	Smrk	25.8	0	Ne			
520	Smrk	21.6	20.7	Ano			
716	Smrk	26.1	25.1	Ne			
383	Smrk	23.4	22.7	Ne			
284	Smrk	26	26.1	Ne			
174	Smrk	19.8	20.5	Ano			
115	Smrk	23	0	Ne			
230	Smrk	22.3	0	Ano			
339	Smrk	22.4	21.3	Ne			
415	Smrk	20.9	0	Ano			
504	Smrk	25.8	0	Ne			
254	Smrk	25.2	0	Ne			
151	Smrk	19.4	0	Ano			
88	Smrk	23.1	22.2	Ne			
416	Smrk	24.1	0	Ne			
358	Smrk	22.2	0	Ne			
332	Smrk	23	0	Ne			
274	Smrk	24.3	24.9	Ne			
244	Smrk	20.8	0	Ano			
60	Smrk	25	0	Ne			
254	Smrk	20.5	0	Ne			
485	Smrk	24	0	Ne			

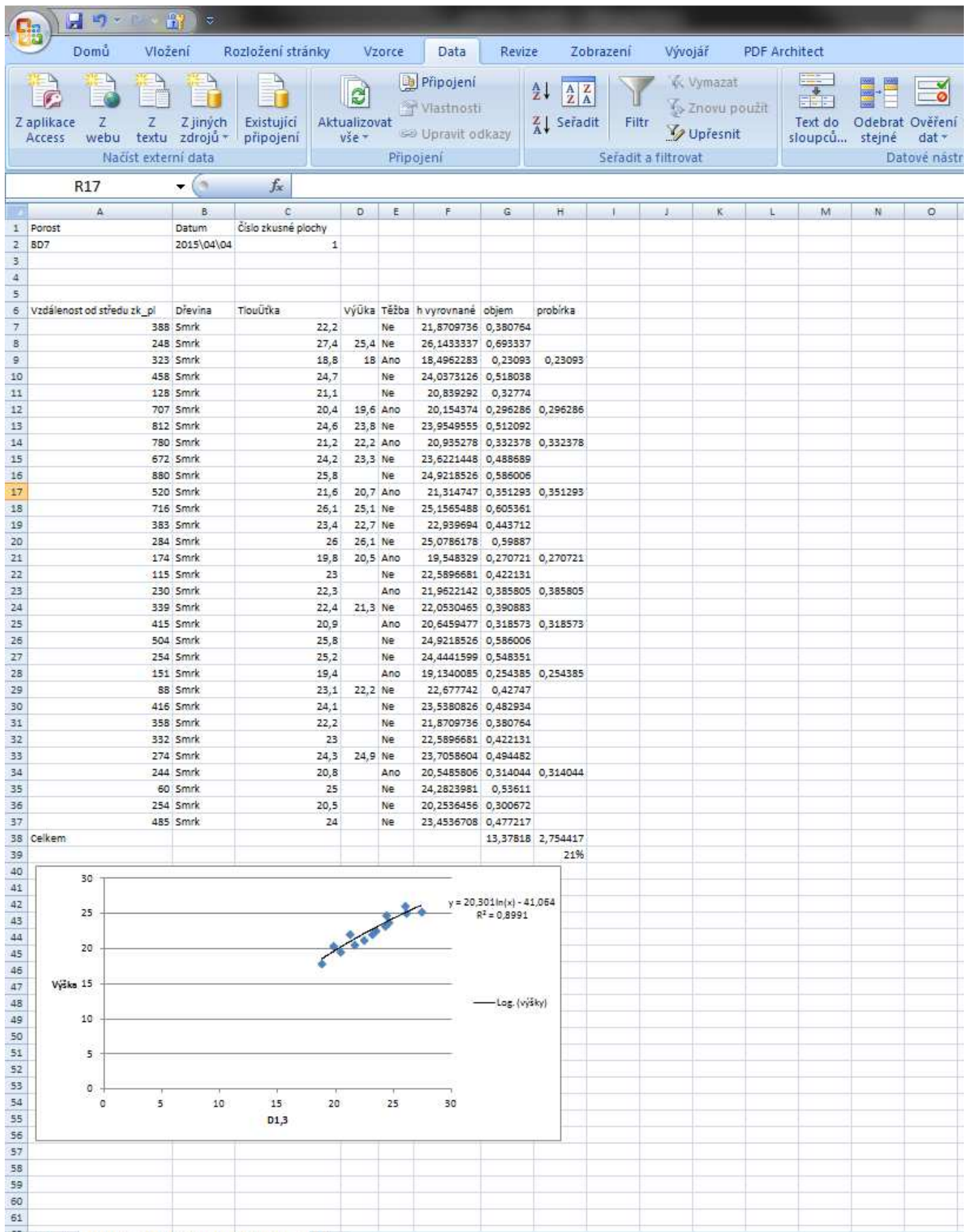
Obrázek 13: Výstup z programu KOTEKPOKUS:VBX ve formátu .tab


```

03042015-00-KOTEKPOKUS - Poznámkový blok
Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápověda
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<Setup>
<!--
  <HeaderVars>
    <Item Name="Porost" Caption="Porost" Type="2" MaxLength="7" Scale="0" Bluetooth="0"/>
    <Item Name="Datum" Caption="Datum" Type="4" Scale="0" DateFormat="0"/>
    <Item Name="Číslo zkusné plochy" Caption="Číslo zkusné plochy" Type="0" Min="1" Max="999" Step="1"
Scale="0"/>
  </HeaderVars>
  <DataVars>
    <Item Name="vzdálenost od středu zk_p1" Caption="vzstr" Type="12"/>
    <Item Name="Dřevina" Caption="Dřev" Type="3"
List="Smrk;Borovice;Modřin;Douglaska;Jedle;Dub;Buk;Briza;Jilm;Jasan;Lipa;vrba;Topol;Olse;" />
    <Item Name="Tloušťka" Caption="D1,3" Type="5" Factor="10.000000" GatorEyes="0"/>
    <Item Name="výška" Caption="H" Type="5" Factor="10.000000" GatorEyes="0"/>
    <Item Name="Těžba" Caption="Tezba" Type="10"/>
  </DataVars>
-->
  <Header>
    <Porost>8D7_____</Porost>
    <Datum>2015\04\04</Datum>
    <Číslo_zkusné_plochy>1</Číslo_zkusné_plochy>
  </Header>
  <Data>
    <vzdálenost_od_středu_zk_p1>388</vzdálenost_od_středu_zk_p1>
    <Dřevina>Smrk</Dřevina>
    <Tloušťka>22.2</Tloušťka>
    <výška>0</výška>
    <Těžba>Ne</Těžba>
  </Data>
  <Data>
    <vzdálenost_od_středu_zk_p1>248</vzdálenost_od_středu_zk_p1>
    <Dřevina>Smrk</Dřevina>
    <Tloušťka>27.4</Tloušťka>
    <výška>25.4</výška>
    <Těžba>Ne</Těžba>
  </Data>
  <Data>
    <vzdálenost_od_středu_zk_p1>323</vzdálenost_od_středu_zk_p1>
    <Dřevina>Smrk</Dřevina>
    <Tloušťka>18.8</Tloušťka>
    <výška>18</výška>
    <Těžba>Ano</Těžba>
  </Data>
  <Data>
    <vzdálenost_od_středu_zk_p1>458</vzdálenost_od_středu_zk_p1>
    <Dřevina>Smrk</Dřevina>
    <Tloušťka>24.7</Tloušťka>
    <výška>0</výška>
    <Těžba>Ne</Těžba>
  </Data>
  <Data>
    <vzdálenost_od_středu_zk_p1>128</vzdálenost_od_středu_zk_p1>
    <Dřevina>Smrk</Dřevina>
    <Tloušťka>21.1</Tloušťka>
    <výška>0</výška>
    <Těžba>Ne</Těžba>
  </Data>
  <Data>
    <vzdálenost_od_středu_zk_p1>707</vzdálenost_od_středu_zk_p1>
    <Dřevina>Smrk</Dřevina>
    <Tloušťka>20.4</Tloušťka>
    <výška>19.6</výška>
    <Těžba>Ano</Těžba>
  </Data>

```

Obrázek 14: Výstup z programu KOTEKPOKUS.VBX ve formátu .xml



Obrázek 15: Výstup z programu KOTEKPOKUS.VBX ve formátu .csv s výpočtem

4.3. LogCalculator

Na této aplikaci pro mobilní telefony je snaha demonstrovat jak si lze poměrně jednoduchým a finančně nenáročným způsobem opatřit poměrně progresivní technologii využitelnou v oblasti lesního hospodářství. Tato aplikace je v současné době jednoduchým kalkulátorem pro výpočet objemu ležících výřezů podle Huberova vzorce.

4.3.1. Tvorba aplikace LogCalculator

Pro tvorbu návržení zamýšlené aplikace bylo vybráno prostředí Altova Mobile Together Designer, zde lze vytvářet grafické rozhraní výsledné aplikace a především definovat proměnné a početní operace. Smyslem aplikace je umožnit vkládání hodnot, výpočet a ukládání informací o jednotlivých výřezech.

Po spuštění programu Altova Mobile Together Designer je prvním krokem přidání proměnných v okně *Page Sources*. V tomto případě jsou proměnné seskupeny do umístění *Sources-Persistent-Roots*. Pro potřeby identifikace každého výřezu či kmene jsou navrženy proměnné **CisVyrezu** a **Drevina**. Proměnné **Tloustka1**, **Tloustka2** a **Delka** slouží k zadání hodnot, podle kterých jsou vráceny položky **Tloustka**, ta představuje aritmetický průměr z hodnot zadaných jako **Tloustka1** a **Tloustka2**. Z vypočtené hodnoty **Tloustka** a zadané hodnoty **Delka** je pak vypočten **Objem** jednotlivého výřezu. Pro zajištění správné funkce výpočetního modelu je vhodné opatřit proměnné vstupující do výpočtu i proměnné vracející vypočtené hodnoty opatřit implicitními hodnotami odpovídající vzorcům, podle kterých budou prováděny výpočty. To se provede kliknutím pravým tlačítkem myši na požadovanou položku, po zvolení *Ensure exist on load (fixed value)*.

V dalším kroku se přidá z okna *Controls* do hlavního pracovního okna tabulka a nadefinují se počty sloupců a řádků. Do tabulky se následně přetáhnou proměnné z okna *Page Sources* a do vedlejšího sloupce se přiřadí vhodné popisy, k tomu je třeba přetáhnout položku *Label* z okna *Controls* do každé potřebné buňky v tabulce a vložit konkrétní popis. Každým přidáním nové tabulky, popisu apod. do hlavního pracovního okna se průběžně mění finální uživatelské rozhraní aplikace. Každá buňka tabulky, která zobrazuje číselné hodnoty musí mít definovaný vhodný formát, toho bylo

docíleno možností Number Format String v okně *Style & Properties*, pro toto řešení byla hodnota u všech proměnných nastavena na `#,###0.00`, to znamená oddělení tisíců čárkou a použití desetinné tečky. Při přidání proměnné **Drevina** do tabulky byla zvolena možnost Combo Box, tím se docílilo možnosti vytvoření seznamu dřevin, dostupného pro uživatele formou rozevřacího menu.

V tuto chvíli bylo potřeba vyřešit zadání matematických vzorců pro výpočet výsledných hodnot. Kliknutím pravým tlačítkem myši na buňku tabulky pro zadávání hodnot (např. proměnná **Tloustka1**) a zvolením *Control Actions for OnTyping...* Přetažením položky *Update Node(s)* z okna *Update Data* do okna *OnTyping* vzniká možnost zadávání matematického řešení výpočtů. U položky *Update Node(s)* se prostřednictvím horního čtverečku *XPATH* nastaví cílové umístění, kde se bude výsledek zobrazovat, přes spodní čtvereček *XPATH* se zadá konkrétní početní operace. V tomto případě byly přidány dvě položky *Update Node(s)*, přičemž v prvním případě se jako cílové umístění nastavila proměnná **Tloustka**, tedy

`$PERSISTENT/Root/Current/KmenVyrez/Tloustka`

a početní operace spočívala ve výpočtu aritmetického průměru z proměnných **Tloustka1** a **Tloustka2** v konkrétní podobě

`($PERSISTENT/Root/Current/KmenVyrez/Tloustka1 +
$PERSISTENT/Root/Current/KmenVyrez/Tloustka2) div 2`

V druhém případě byla cílovým umístěním nastavena proměnná **Objem**, tedy

`$PERSISTENT/Root/Current/KmenVyrez/Objem`

a početní operací bylo zadání Huberova vzorce z proměnných **Tloustka** a **Delka** v konkrétní podobě

`((($PERSISTENT/Root/Current/KmenVyrez/Tloustka *
$PERSISTENT/Root/Current/KmenVyrez/Tloustka) * 3.14) div 40000) *
$PERSISTENT/Root/Current/KmenVyrez/Delka.`

Tyto dvě početní operace je potřebné přiřadit ke všem proměnným, které vstupují do výpočtů. To lze udělat výše popsáním identickým postupem jednotlivě pro všechny potřebné položky nebo seskupit obě početní operace do určité akční skupiny. To se provede označením obou vytvořených položek *Update Node(s)*, kliknutím pravým tlačítkem myši a zvolením možnosti *Create Action Group from Selection*, v dialogovém

okně se napíše název a po potvrzení se objeví nová položka v okně *Action Groups*, z tohoto okna pak stačí vytvořenou skupinu přetáhnout k požadovaným proměnným.

Výše popsaným postupem je možné vytvořit aplikaci, která je schopná spočítat podle zadaných hodnot objem výřezu, či kmene, ale není schopna hodnoty o jednotlivých kmenech ukládat a zobrazovat v seznamu. Proto je třeba provést další opatření spočívající ve vytvoření duplicitní struktury k struktuře dosavadní v okně *Page Source*. Nejdříve je třeba upravit umístění současné struktury, kdy byly všechny proměnné seskupeny pod položkou *KmenVyrez*. V tento okamžik je třeba celou tuto strukturu podřídít pod novou položku (v tomto případě nazvanou *Current*) a k této nové položce vytvořit sesterskou položku (v tomto případě nazvanou *Seznam*), do níž se zkopíruje položka *KmenVyrez*, ve které je obsažen seznam všech proměnných. U všech proměnných seskupených pod položkou *Seznam* je třeba odebrat implicitní hodnoty odškrtnutím možnosti *Ensure exist on load (fixed value)*, ale u položky *Seznam* naopak tuto možnost zaškrtnout bez zadání konkrétní hodnoty. To zajistí, že se bude při spuštění zobrazovat seznam, ale v seznamu nebudou žádné uložené hodnoty, ty se budou ukládat postupně během měření.

Jelikož bylo změněno umístění proměnných jejich seskupením pod novou položku *Current*, je nutné provést patřičné změny v nastavených početních operacích, v podstatě se jedná jen o upravení stávajících vzorců přepsáním předchozího umístění proměnných za aktuální. Aby bylo možné uložit aktuální výřez do seznamu a přejít k dalšímu zadání, bylo třeba použít tlačítko, které by zajišťovalo tuto funkci. Tlačítko se přidá přetažením možnosti *Button* do hlavního okna z okna *Controls*, jeho název se opět provede přetažením možnosti *Label*. V tomto případě bylo tlačítko nazváno **Ulož Kmen/Vyrez**. Aby se stiskem tlačítka provedla požadovaná funkce, zvolí se u takto vytvořeného tlačítka možnost *Control Actions for OnButtonPressed...*, přiřadí se *Append Node(s)*, kde se přes horní položku *XPATH* nastaví položka *Seznam* a přes spodní položku *XPATH* se nastaví položka *Kmen/Vyrez* náležící pod položku *Current*.

Finálním krokem je přidání tabulky, která bude zobrazovat uložené výřezy či kmene. Na rozdíl od vložení první tabulky je v tomto případě nutné zvolit možnost *Dynamic number of rows* a hodnoty *Header rows*, *Repeating rows* a *Footer rows* nastavit rovno jedné. Podobně jako u první tabulky se jednotlivé buňky této tabulky opatří popisy a proměnnými. Pro zobrazení součtu všech jednotlivých objemů je nutné vložit do buňky pro celkový objem popis (*Label* z okna *Controls*) a poté v okně

Style & Properties označit položku Text a vedlejší položkou XPATH vložit funkci, která bude sčítat všechny jednotlivé objemy uložených výřezů, jde tedy o součet a v tomto konkrétním případě je vyjádřen jako:

```
sum ( $PERSISTENT/Root/Seznam/KmenVyrez/Objem ) .
```

V této chvíli byla určitým nedostatkem nutnost zavření a opětovné spuštění aplikace pro provedení vymazání zadaných a uložených hodnot. Proto bylo podobným způsobem, jako v případě ukládání každého výřezu do seznamu, vytvořeno tlačítko s názvem **Smaz Vse**, s přiřazením funkce *Delete Node(s)* pro umístění

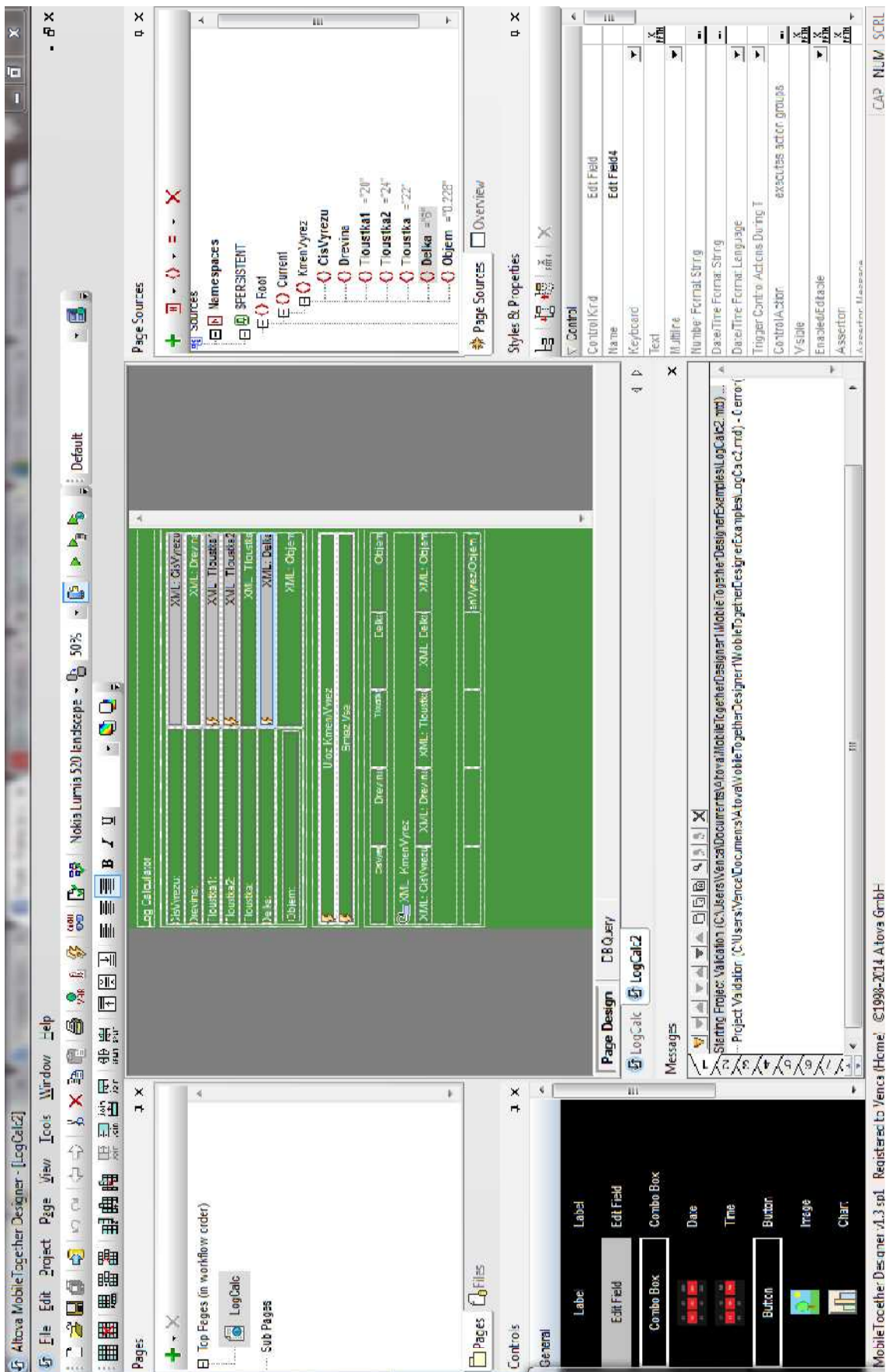
```
$PERSISTENT/Root/Seznam/KmenVyrez.
```

Po jeho stisknutí dojde ke smazání všech hodnot uložených v seznamu.

4.3.2. Využití aplikace

Uvedené nadefinované vlastnosti v prostředí Altova Mobile Together Designer pro výpočet objemu ležícího dříví pomocí mobilních zařízení jsou uloženy v nativním formátu .mtd, pro jeho spuštění je zapotřebí stáhnout aplikaci Altova Mobile Together pro požadovanou platformu (iOS, Android, Windows Phone) a jejím prostřednictvím konečně soubor .mtd spustit.

Takto navržená aplikace je v její současné podobě vytvořena pro demonstraci toho, jakým směrem se lze i v lesnictví ubírat. I přes některé nedostatky a nedořešené detaily ji lze považovat za nastínění budoucího trendu, zejména pak v kombinaci s možností příjmu dat z elektronických průměrek, případně výškoměrů a jejich okamžitého zpracování. Po určitých modifikacích tak může poskytnout tato aplikace uživatelům (drobným vlastníkům lesů) nejenom kalkulace objemů kmenů nad ručně vkládanými daty, ale i možnost zpracovávání datových souborů pořízených digitálními průměrkami.



Obrázek 16: Prostředí Altova Mobile Together Designer



Obrázek 17: Aplikace LogCalculator

4.4. Historie používání elektronických registračních průměrek v ČR

Zavádění průměrek do provozní praxe v ČR lze rozdělit do několika etap, Prvním větším počinem byl v tomto směru nákup programovatelných průměrek Mantax Computer Caliper (MCC) včetně specifické SW aplikace Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) pro všechny skupiny prvního cyklu Národní inventarizace lesů (NIL). Pro druhý cyklus inventarizace ústav zakoupil průměrky DP, opět vybavených specifickým programem odpovídajícím potřebám sběru a přenosu dat pro potřeby NIL II.

V lesnickém provozu se používání digitálních průměrek MCC až do roku 2005 omezovalo na ojedinělé snahy osvědčených lesních správců, kteří jejím využíváním řešili buď větší rozsah průměrkování při obnovách LHP, nebo plánování budoucích těžeb. Šlo o jednotky kusů. Za zmínku stojí LZ Dobříš, kde tímto typem průměrky (s aplikací ProTax.CZ) tamější progresivní vedení postupně vybavilo všechna svá polesí. Používání průměrek se tam stalo běžnou praxí při plánování budoucích těžeb, nicméně do roku 2008 tato organizační jednotka zůstávala v rámci podniku, pokud jde systematické využívání těchto zařízení, dlouhá léta výjimečná.

K náznaku obratu ve využívání digitálního průměrkování došlo roku 2005, kdy podnik Lesy České republiky, s.p. (Lesy ČR) zakoupil zhruba 200 ks jednodušších průměrek Mantax Digitech (MD). K jejich skutečnému masivnímu zavádění do provozu ovšem tehdy nedošlo, především pro absenci následného efektivního zpracování pořizovaných dat a nejspíš také v důsledku neustále se měnícího vrcholového vedení a jeho představ o principech a systému prodeje dříví vůbec. Důležitým momentem v rozhodování o skutečném nástupu systému, založeném na využívání elektronického průměrkování bylo rozhodnutí o prodeji dříví prostřednictvím aukcí stojícího dříví nastojato, které s sebou přineslo potřebu rychlého a přesného měření porostů. V roce 2008 proto podnik Lesy ČR zakoupil i cca 100 ks výškoměrů Vertex Laser 400 (VL400) a nechal si vytvořit vlastní SW pro zpracovávání průměrkami pořizovaných datových souborů. Jakkoliv docházelo v následujících letech k neustálým personálním i koncepčním změnám, průměrky MD se postupně stávaly běžnou součástí plnění úkolů na většině lesních správ.

V roce 2011 se tehdejší vedení podniku Lesy ČR, pod tlakem potřeby prodávat významnější část svého dříví prostřednictvím aukcí, rozhodlo vybavit svůj personál modernějšími měřicími pomůckami. Nejprve nakoupilo pro všechny své revírníky výškoměry TruPulse 200B a následně vypsal výběrové řízení na dodávku elektronických registračních průměrek s přesně definovanými parametry HW i SW aplikace pro měření stojícího i ležícího dříví. Vzhledem ke komplikacím způsobeným opakovanými protesty neúspěšného uchazeče, kdy zakázka skončila opakovaně na ÚOHS, který podpis smlouvy s vítězným uchazečem zakázal, byl po necelých dvou letech tendr zrušen. V létě roku 2013 byl vypsán znovu, přičemž jediným hodnotícím kritériem nabídky byla cena. Tentokrát se již podařilo výběrové řízení, kterého se zúčastnili celkem 4 účastníci se dvěma typy průměrek, uzavřít a před koncem roku byly uzavřeny příslušné smlouvy o dodávce průměrek i SW podpoře. Vybraný uchazeč

nabídl průměrku DP a SW koncept Timber Inventory Measurements System (TIMS), který umožňoval měření a výpočet objemů jak stojícího tak ležícího dříví s tím, že úpravy aplikace se v rámci uživatelské podpory se v průběhu dodávky přizpůsobí představám a požadavkům podniku Lesy ČR. Celkově bylo podniku dodáno 429 kusů průměrek, Většina o délce stupnice 800 mm, v menším množství pak 650 mm a několik stupnic 950 a 1020 mm pro extrémní tloušťky.

SW řešení LČRTax, používané nyní provozními pracovníky, bylo výsledkem spolupráce specialistů HÚL a zkušených uživatelů průměrek z podniku Lesy ČR, programátorů výrobce – společnosti Haglöf Sweden AB a dodavatele průměrek, vítěze VŘ, firmy Silvi Nova CS, která má s elektronickými průměrkami více než 20leté zkušenosti.

Z dalších uživatelů elektronických průměrek lze uvést společnost Foresta SG (typ Haglöf DP, jednotky ks, vlastní SW vytvořený pomocí Versio Builder),

Taxační kanceláře, pokud vůbec, používají v naprosté většině případů levnější elektronické průměrky MD.

4.5. Digitální průměrky u podniku Lesy České republiky, s.p. (Lesy ČR)

V taxační praxi u podniku Lesy ČR hrají digitální průměrky důležitou úlohu při průměrkování porostů naplno, které je prováděno pro dva účely. Jednak pro potřeby zjištění porostní zásoby těžebních projektů v jednotlivých těžebních prvcích, kde je plánovaná těžba realizovaná smluvním partnerem na konkrétní smluvní územní jednotce a jednak pro potřeby aukcí dříví nastojato. Povinně se metoda průměrkování naplno využívá u těžeb určených k prodeji formou aukcí nastojato, pro těžební projekty na určitý rok stanovují KŘ (krajská ředitelství) podřízeným LS (lesní správa) minimální objem mýtních těžeb (v tomto objemu je zahrnut i objem pro aukce nastojato), kde se pro určení objemu projektované těžby použije metoda průměrkování naplno (VALENTA, 2011). Metody měření pro oba tyto účely se v některých charakteristikách liší. Hlavním přístrojem pro tato měření byla až do roku 2014 průměrka Mantax Digitech. Změna v přístrojovém vybavení nastala zhruba v polovině roku 2014, kdy se nové průměrky DP dostaly na jednotlivé lesní správy a závody a postupně se začínají uplatňovat

v praxi. Po jistou dobu lze zaznamenat souběžné používání obou typů digitálních průměrek (starší Mantax Digitech a novější Digitech Professional). Jedním z důvodů byla absence vhodného řešení pro výstupy z průměrek Digitech Professional, jež upravuje a vytváří požadovanou podobu výstupu dat kompatibilních s vnitropodnikovou databází. Dnes se pro tyto účely používá stávající program LUTRA upravený ke zpracovávání výstupů z průměrek Digitech Professional ve formátu .xml.

4.5.1. Vyznačení těžby v terénu

Projektovaná těžba se v terénu vylišuje jednoznačným způsobem. Způsob takového vyznačení uvádí v příslušném pracovním postupu PECHÁČEK A BAŘINKA (2014) a je možné jej shrnout v následujícím textu.

Místo těžby, které je v terénu vymezeno vyznačenými hranicemi území, uvnitř kterého bude těžba probíhat a na němž se nachází řádně označené stromy, má vylíšené hranice na hraničních stromech obráceným písmenem „T“ vyznačeným značkovacím sprejem. Takto označené stromy nejsou předmětem těžby a musejí být viditelné pohledem podél vyznačované hranice i pohledem zevnitř místa těžby, vytvořená hranice musí být zřetelná a nezpochybnitelná. Uvnitř vyznačené plochy jsou stromy určené k těžbě označeny bodovou značkou ve výšce očí, stromy, které nebudou předmětem těžby (rodičovské stromy, doupné stromy apod.) jsou označeny velkým písmenem „X“. Stromy, které jsou uvnitř seče a jsou určeny k těžbě, ale jejich zpracováním nelze dosáhnout ani výroby palivového dříví, avšak po těžbě po nich zůstane pařez, jsou na kmenech označeny bodovou značkou a písmenem „N“ – neklasifikované. Takové stromy jsou určeny k těžbě, ale nejsou zahrnuty do výpočtu objemu. Zvláštním případem jsou stromy rozdvojené pod výčetní výškou, po těžbě zůstává jeden pařez, ale fakticky dochází ke zpracování více kmenů. Tyto případy jsou těsně nad úrovní terénu na kořenovém náběhu označeny příslušným počtem bodových značek.

V dnešní době může docházet i situaci kdy do LHE (lesní hospodářské evidence) vstupují data zjištěná nezávislou společností, která je pověřena vyhotovením nabídkových katalogů pro prodej dříví nastojato formou aukce. V případě, že je ve stejných JPRL provedeno i průměrkování naplno zaměstnanci Lesy ČR, může docházet i k výraznějším rozdílům u zjištěných hodnot zásob porostů, vyplývající z rozdílné

metodiky terénních prací. V provozních podmínkách tato situace často způsobuje, že porovnáním obou měření jsou dosahovány rozdílné zásoby, přičemž zásoba zjištěná nezávislou společností je ve většině případů nižší, v některých případech byl zjištěn rozdíl až 15 %. Z dosavadních zkušeností zaměstnanců Lesy ČR vyplývá, že část tohoto problému je také vázána na určování hodnot výšek stromů, které mohou být nadhodnocovány či podhodnocovány, čímž může docházet ke značné rozdílnosti výsledků.

4.5.2. LČRTax v průměrci Digitech Professional

Pro potřeby podniku LČR jsou průměrky Digitech Professional vybaveny programem LČRTax. Ten do jisté míry vychází z programu Timber Inventory Measurements System (TIMS) což je software určený k získávání a výpočtu dendrometrických veličin, jež bývají předmětem základní provozní taxace lesních porostů, název lze volně přeložit jako „Systém pro měření a evidenci dříví“ (URBÁNEK, 2011). Celý systém je výrobkem švédské společnosti Haglöf, pro potřeby českého lesnictví byl originální program upraven společností Silvi Nova CS, a.s.. TIMS je prostředkem, vyvinutým v roce 2011 a zahrnuje všechny základní oblasti měření a výpočty dříví s jakými se lze v lesních porostech setkat: Měření stojících stromů, měření ležících výřezů resp. celých kmenů a měření dříví v hráních. Z tohoto programu si LČRTax zachoval určitou základní strukturu dat a systém ovládání. Oproti programu TIMS ovšem není zachována možnost měření ležícího dříví (kmenů resp. výřezů a hrání), je určen pouze pro průměrkování porostů naplno. Na druhou stranu je program vybaven možností zobrazení jednoduchého výškového grafu přímo v počítačovém terminálu, to dává možnost kontrolovat, pro jaké tloušťky jsou výšky stromu změřené resp. pro jaké tloušťky je vhodné výšky stromů ještě doměřit a také umožňuje obsluhu průběžně sledovat počty dosud změřených výšek a celkový potřebný počet výšek stromů, jež je nutný změřit pro jednotlivé dřeviny dle jejich počtu podle interních metodických pokynů.

4.5.2.1. Struktura a ovládání programu LČRTax

Po spuštění programu LČRTax se zobrazí základní menu, kde je k dispozici nastavení předdefinovaných hodnot, komunikačního portu, času a data, dále je možnost přejít k měření nebo vybrat soubory k odeslání do počítače nebo k smazání.

Volbou OTEVRI SOUBOR je možné zachovat naposled definované hodnoty, to znamená, že budou implicitně nastavené veličiny vyžadující registraci podle posledního měření nebo je možné provést nové nastavení. Před zahájením samotného sběru dat je obsluha postupně dotazována k vložení informací zobrazovaných v hlavičce souboru, jedná se především o identifikaci JPRL. Při sběru dat je každému stromu automaticky přiřazeno pořadové číslo a obsluha je dotázána k výběru dřeviny, ta se volí Levým resp. Pravým tlačítkem a zároveň je přiložením průměrky ke stromu a úrovni rozpětí jednotlivých ramen zobrazována tloušťka v milimetrech, stisknutím tlačítka Enter se k navolené dřevině uloží aktuálně zobrazovaná tloušťka a přechází se k registraci dalšího stromu.

V základním menu jsou dostupné následující položky programu LČRTax, které poskytují konkrétní úkony:

- **OTEVRI SOUBOR**- tato volba umožňuje založit nový soubor nebo pokračovat v některém dříve založeném souboru. Pokud obsluha zvolí možnost NOVY SOUBOR bude vyzvána k vyplnění hlavičky a dále k zaškrtnutí veličin, které budou vyžadovat editaci (číslo stromu, kvalita, vkládání výšky prostřednictvím Bluetooth, měření křížem). Po potvrzení tlačítkem Enter je soubor založen a je k dispozici výběr činností. Dalším stiskem tlačítka Enter se přejde k samotnému měření. Během vkládání dat lze vyvolat funkci Escape a provést editaci již registrovaných hodnot, k tomu slouží položky VLOZ VYSKU- nabídne posledně registrovaný strom nebo se pomocí šipek vybere požadovaný strom a stiskem Enter se vybere k vložení výšky, tu lze vložit kombinací šipek a posunu ramene stupnice nebo aktivovat IR port a přenést hodnotu z výškoměru a zobrazenou hodnotu potvrdit Enter, ZMEN KVALITU- nabídne poslední registrovaný strom s možností změnit jeho kvalitu (pouze pokud byla tato možnost zvolena při zakládání souboru) a potvrdit tlačítkem Enter, OPRAVIT STROM- podobně jako v předchozích případech lze opravit (změnit) veškeré registrované veličiny, SMAZAT STROM-

slouží k úplnému smazání vybraného stromu, který je ale dále při procházení seznamu změřených stromů zobrazován, ale s poznámkou SMAZÁNO, pořadová čísla tak po celou dobu měření zůstávají zachována, POKRACOVAT- návrat k registraci dalších stromů, EXIT- po zvolení této položky se objeví počet změřených a minimální počet požadovaných výšek podle jednotlivých dřevin a po stisknutí Enter se zobrazí graf změřených výšek podle tloušťek.

Po volbě Escape se přejde zpět k výběru činností pro daný soubor, zde lze editovat informace o identifikaci souboru, upravit seznam dřevin, hodnoty výtvarnic, nastavit měření tloušťky křížem.

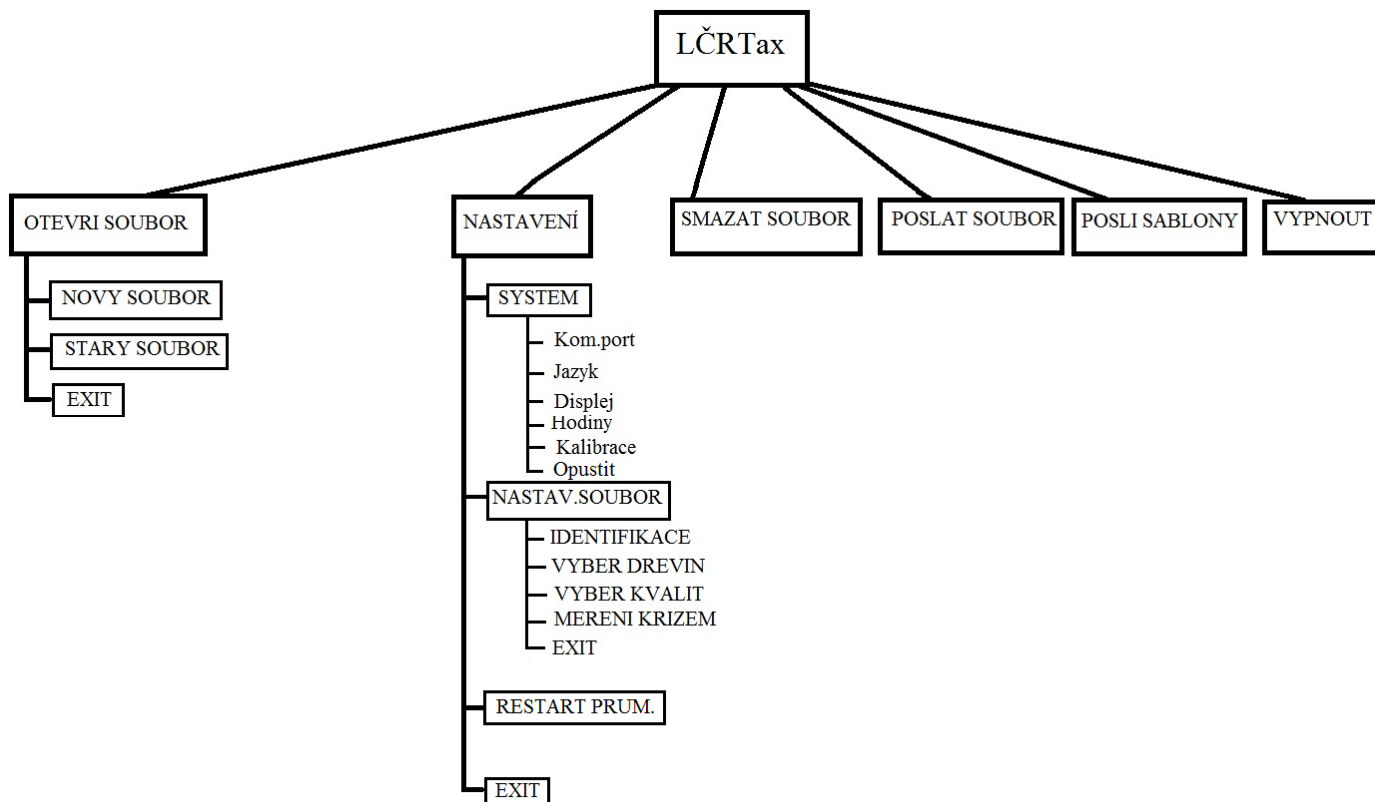
- **NASTAVENI-** tato položka je opět členěna do dalších položek. Jednotlivé položky umožňují systémové nastavení, což znamená nastavení komunikačního portu- nastavení přenosové rychlosti, nastavení jazyka, displeje hodin a kalibrace.

Dále je možnost provádět nastavení souborů, tedy jejich identifikaci, upravení seznamu dřevin výtvarnic a kvalit, podobně jako ve výběru činností v konkrétním souboru.

Po zvolení položky určené k restartování průměrky, lze vybírat ze seznamu všech nainstalovaných programů v počítačovém terminálu.

- **SMAZAT SOUBOR-** po potvrzení této volby je obsluha dotázána ke smazání všech uložených souborů, pokud se zvolí možnost NE, je k dispozici seznam všech vytvořených souborů a po nalistování a potvrzením tlačítkem Enter lze požadovaný soubor smazat.
- **POSLAT SOUBOR-** podobná struktura jako předchozí položka slouží k odeslání dat do počítače. Procesu přenosu dat předchází nainstalování a spuštění programu WinDp v počítači. Nejprve je nutné zkontrolovat, zda jsou hodnoty Baud Rate totožně v terminálu průměrky i v programu WinDp, v programu WinDp se hodnota upraví přes položku Nastavení. Položkou Kermit přijmout se určí umístění, kam bude přijatý soubor uložen. Po potvrzení program čeká na příjem dat z terminálu průměrky. V terminálu průměrky v tento okamžik stačí vybrat požadovaný formát- XML (LUTRA) nebo EXCEL a potvrdit.

- **POSLE SABLONY**- tyto šablony slouží k definování zobrazení souborů ve formátu .xml. Musí být umístěny v počítači v stejné složce jako soubory .xml určené ke čtení. Jednou poslanou šablonu pak stačí do dalších potřebných složek zkopírovat. Proces odeslání šablon je podobný výše popsanému odesílání souborů s použitím programu WinDp.
- **VYPNOUT**- po zvolení této funkce dojde k vypnutí počítačového terminálu.



Obrázek 18: základní schéma programu LČRTax

4.5.2.2. Zpracování dat

Výpočet objemu dříví určeného k těžbě je záležitostí modulu LUTRA. Původně se tímto způsobem prováděl výpočet z dat změřených průměrkou Mantax Digitech, jednalo se tedy o soubory .dig. Po nahrání dat do modulu LUTRA musela být provedena kontrola, zda byl soubor správně načten a došlo ke správnému rozlišení sekvence jednotlivých znaků podle předem definovaných požadavků. Jako příklad může být uvedeno rozlišení JPRL nebo těžebních prvků, kdy k tomuto rozlišení dochází pomocí sekvence několika stejných znaků za sebou, v tomto případě se jedná o čtyři

nuly. Po kontrole jsou výsledky odeslány do datového skladu. Se zavedením průměrek DP jsou pomocí modulu LUTRA zpracovány soubory .xml, jejichž obsah je strukturovaný a každý soubor má již při měření přiřazenou konkrétní JPRL a obnovní prvek. Při práci s průměrkou DP se dostává dvou typů výsledků, jedním je výsledek vypočtený přímo terminálem průměrky a druhým je výsledek právě z modulu LUTRA. Jelikož jsou oba výsledky odvozené od jiného způsobu výpočtu, mohou se pro stejný soubor lišit. Z dosavadních konzultací s kompetentními zaměstnanci Lesy ČR LS Vodňany zatím vyplývá, že pokud se jednotlivé výsledky od sebe liší, jedná se o hodnoty kolem dvou procent, v některých případech až tři procenta, přičemž větší hodnota je vždy prezentována výpočtem v modulu LUTRA a nejčastěji se rozdílných výsledků dosahuje u borovice. Vzhledem k tomu, že pro orientační kalkulace celkových objemů i středních hodnot průměrkou (v kůře i bez) je z důvodu jednotnosti využíván výpočet podle jednotné výtvarnice, resp. jednotného koeficientu pro odečet kůry, je třeba pokládat výsledky programu LUTRA za přesnější alternativu.

Další konfrontace výsledků se objevuje u zásob zjištěných průměrkováním naplno prováděných pracovníky Lesy ČR, tedy objemů stojícího dříví a výsledků udávaných společnostmi provádějící těžbu. V těchto případech se udává, že v podmínkách LS Vodňany jsou objemy dříví zjištěné průměrkováním naplno o 6 – 7 % vyšší než objemy dříví udávané společnostmi provádějící těžbu. Tato situace může mít mnoho příčin. Oba způsoby výpočtu objemu jsou založené na rozdílném principu, ke kterému se druzí rozdílné postupy přepočtu objemů s kůrou na objem bez kůry. Další problematikou pak může být způsob provádění kalibrace měřících systémů harvesterů.

4.5.3. Návrh metodiky průměrkování

Jak je zmíněno výše, pracovní postup pro průměrkování naplno pro účely aukcí dříví nastojato a pro účely těžebních projektů se v některých ohledech od sebe mírně odlišuje. Tento rozdíl spočívá především v minimálních počtech změřených výšek stromů pro jednotlivé dřeviny, kdy pro účely aukcí dříví nastojato je tento minimální počet vyšší než pro potřeby těžebních projektů (viz tabulka níže). Dalším podstatným rozdílem, při zjišťování zásob porostů pro účely aukcí dříví nastojato je povinnost vyznačení hodnot změřených výšek na příslušných stromech značkovacím sprejem. Děje se tak z důvodů kontroly, tu provádí pracovníci KŘ v některých případech také

pracovníci generálního ředitelství a mimo jiné jsou kontrolovány všechny nebo většina změřených výšek v porostu s tolerancí ± 1 metr.

Tabulka 3: Minimální počet výšek pro jednu dřevinu

Minimální počet výšek pro 1 dřevinu		
Počet stromů	Aukce nastojato	Průměrkování-projekty
do 5	všechny	všechny
6-50	6	6
51-100	16	10
101-200	22	12
201-400	30	15
nad 400	40	20

Tento postup při měření pro potřeby aukcí dříví nastojato v praktických podmínkách často znamená, že u jednoho těžebního prvku jeden pracovník nejdříve prochází porostem, vybírá vhodné stromy k měření výšek, provádí samotné měření výšek a ke každému změřenému stromu pak zvlášť musí dojít a vyznačit výšku. Současně s tím může druhý pracovník provádět průměrkování porostu i s registrací výšek vyznačených na stromech nebo průměrkování provede pracovník, který předtím měřil výšky stromů. Tento pracovní postup do jisté míry vyplývá z dosavadního používání průměrek Mantax Digitech (MD). Se zavedením softwaru LČRTax v průměrkách Digitech Professional (DP) lze určitou modifikací tento pracovní postup v terénu zefektivnit.

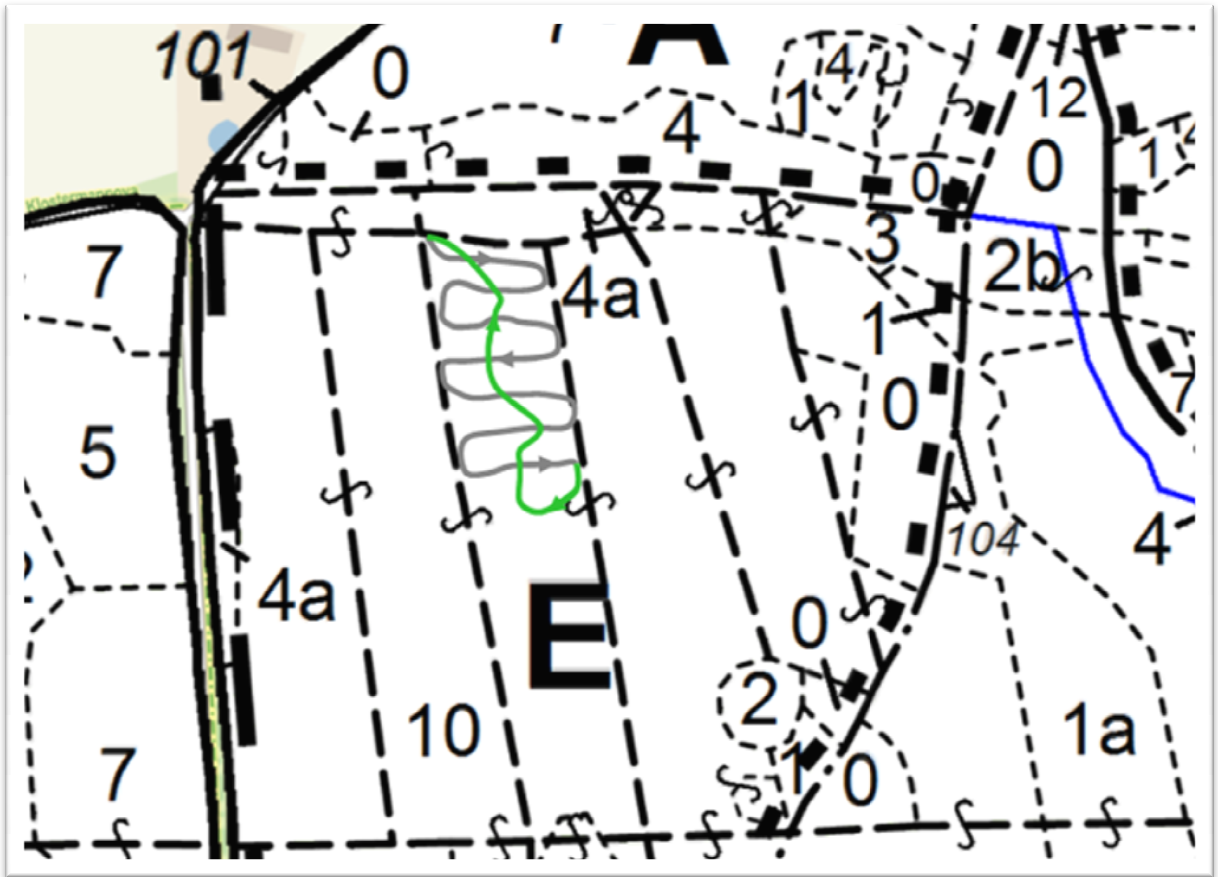
Větší a přehledný displej průměrky DP a struktura softwaru LČRTax umožňují jednoznačné přiřazování jednotlivých veličin konkrétnímu stromu. Je tedy možné provádět nejdříve průměrkování, značení stromů určených k těžbě a současně si vytipovat stromy pro měření výšek. Takto vytipované stromy jsou při registraci tloušťky označeny reflexním sprejem s pořadovým číslem, které přiděluje průměrka, nejlépe vždy na stejnou světovou stranu, směrem k hranici porostu nebo obnovního prvku, kde bude dokončeno průměrkování. Cestou zpět jsou měřeny výšky na označených stromech a podle pořadových čísel uloženy v počítačovém terminálu průměrky. Tento postup předpokládá použití výškoměru VL 400, které jsou také u Lesy ČR používány nebo podobného přístroje tzn. přístroje vybaveného dalekohledem pro pohodlné čtení

pořadových čísel vyznačených na stromech i z větší vzdálenosti a možností měřit vzdálenosti (odstupové) pomocí laseru, kdy odpadá nutnost chodit ke každému stromu zvlášť.

Při výše navrženém způsobu měření má obsluha při postupu porostem větší přehled o tloušťkové struktuře porostu a může postupně posuzovat, pro které tloušťky stromů bude vhodné zjišťovat výšky. Navíc po ukončení fáze průměrkování lze zobrazit kolik výšek pro každou dřevinu je minimálně nutné registrovat a potřebný počet výšek změřit a uložit v počítačovém terminálu. Kontrola výšek může být poté prováděna podle vytištěného záznamu z měření, kde lze dohledat pro každý strom, podle pořadového čísla, potřebné změřené veličiny.

Pro porovnání obou postupů bylo provedeno deset srovnávacích měření na padesáti stromech jedné dřeviny s registrací deseti výšek, byl zaznamenáván potřebný čas na měření a ušlá vzdálenost a zavedena hypotéza H_1 o rozdílnosti párových hodnot spotřeby času a hypotéza H_2 o rozdílnosti párových hodnot spotřebované vzdálenosti. Z naměřených hodnot, ověřených Wilcoxonovým testem vyplývá, že navrhovaná metoda zahrnující vyznačení pořadových čísel na stromech vhodných k měření výšek během registrace tloušťek je z hlediska spotřeby času a ušlé vzdálenosti statisticky efektivnější na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

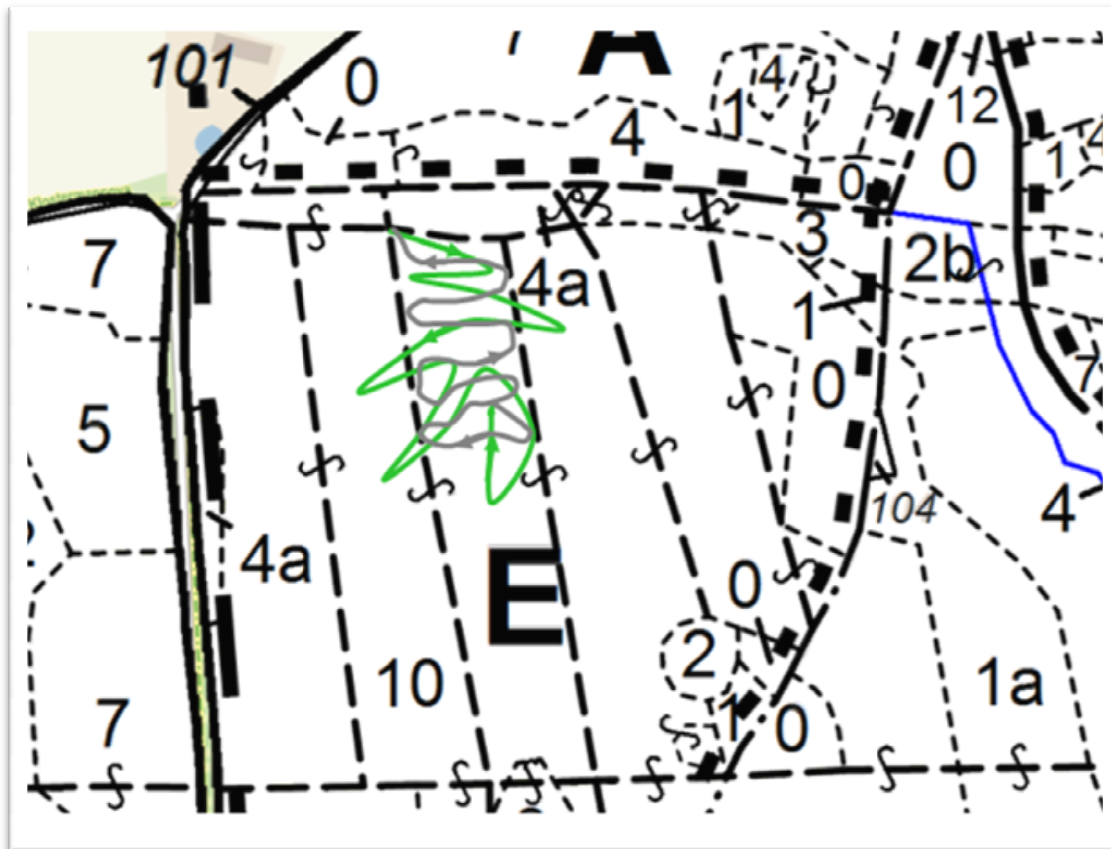
Na obrázku níže je naznačený modelový postup při průměrkování obnovního prvku navrhovanou metodou. Šedá čára vyjadřuje trasu při měření a registraci tloušťek a výběr stromů pro měření výšek. Zelená čára označuje trasu při měření a registraci výšek.



Obrázek 19: Trasa navrhané metody

Na dalším obrázku je pak modelově naznačena trasa postupu dosavadní metody. Obdobně jako na předešlém obrázku je trasa pro potřeby měření výšek a vyznačení hodnot na stromech vyjádřena zelenou barvou a trasa při měření a registraci tloušťek popř. i výšek barvou šedou.

Nutno dodat, že z důvodu přehlednosti jsou v obou dvou případech trasy upraveny zjednodušením výstupu z měření pomocí GPS pro zachování ilustrativního charakteru.



Obrázek 20: Trasa dosavadní metody

Tato metodika byla navržena zhruba v polovině roku 2014, těsně před oficiálním zavedením průměrek DP v podniku Lesy ČR. Nezávisle na této práci byl výše popsany pracovní postup s vyznačením pořadových čísel vzorníků doporučen jako alternativní metoda k dosavadní metodě.

4.6. Porovnání časové náročnosti sběru dat a výpočtu s použitím průměrky bez možnosti registrace hodnot

Další srovnání časové náročnosti bylo zaměřeno na spotřebu času potřebnou na sběr dat pomocí průměrky bez možnosti registrace, výškoměru Vertex Laser a výpočet zásoby metodou tabulek ÚLT s využitím počítače. Tento postup byl porovnán se sběrem dat pomocí průměrky DPII a výškoměru Vertex Laser 402 s výpočtem zásoby samotným terminálem průměrky a serverem prumerka.cz na stejných souborech stromů

s měřeními 10 výšek, jako v případě porovnání efektivity sběru dat pomocí navrhované metodiky pro potřeby aukcí dříví nastojato.

Pro toto srovnání byla zavedena a testována hypotéza H_3 o rozdílné časové náročnosti samotného sběru dat v terénu a hypotéza H_4 o rozdílné časové náročnosti celkového procesu sběru dat i s potřebným výpočtem.

4.6.1. Sběr dat s použitím průměrky bez možnosti registrace

Pro tento účel bylo provedeno průměrkování naplno dvoučlennou skupinou, kde jeden člen prováděl zjišťování tloušťek stromů a druhý člen prováděl zjišťování výšek potřebných stromů a zapisoval veškeré údaje. Za účelem odvození výškové křivky a zjištění vyrovnaných výšek, byly změřené veličiny zpracovány v prostředí Excel, proložením bodového pole vyjadřující závislost výšek na tloušťkách vhodnou křivkou a podle vypsání rovnice regrese odvozeny vyrovnané výšky pro jednotlivé tloušťkové stupně. Vynásobením jednotlivých objemů, zjištěných z tabulek ÚLT pro tloušťkový stupeň podle hodnoty vyrovnané výšky, s četností stromů v jednotlivých tloušťkových stupních a jejich následným sečtením je získána zásoba souboru měřených stromů.

4.6.2. Sběr dat průměrkou DPII

Pro tento účel je metodika sběru totožná s navrhovanou metodikou pro účely aukcí dříví nastojato, tedy vyznačení pořadových čísel na stromech určených k měření výšek a měření provádí jen jeden pracovník s programem ProfiTax, ten v současné době v podstatě odpovídá programu LČRTax. Kromě výpočtu přímo v počítačovém terminálu je možné využít i serverové aplikace **prumerka.cz**. Ta je navržena pro zpracování dat ve formátu .dig z průměrek MD a dat ve formátu .xml z programu ProfiTax. Konkrétní soubor stačí otevřít a odeslat na webu **prumerka.cz**, který vrátí vypočtené požadované dendrometrické veličiny.

← → ↻ www.prumerka.cz/prumerkaws/rest/xml/lcr

JMENO SOUBORU 0001-111-A-11-11-01_2015-02-28_30385
 DATUM 2015-02-28
 KOD LHC 0001
 ODDELENI 111
 DILEC A
 POROST
 POR.SKUP 11
 ETAZ 11
 TEZ PRVEK 01
 POZNAMKA STEMAN
 CISLO PRUMERKY 30385
 TYP ZJISTOVANI ZASOB PRUM.NAPLNO

Údaje po dřevinách a celkem

Dřevina zkr.	Pocet Str.	tloušťka [mm]	Str. vyska [m]****	Uroven vyrovnani vysek	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]**
SM	50	262	25.3	dřevina	0.64	0.58	31.83	28.96
CELKEM	50				0.64	0.58	31.83	28.96

Údaje po jednotlivých stromech

Císlo stromu	Dřevina_kod	Dřevina_zkr	Vyc. tloušťka [mm]	Kvalita	Vyska merena [m]	Vyska vyrovnana [m]****	Orient. objem s k. [m ³]*	Objem hroubi s k. [m ³]**	Objem hroubi b.k. [m ³]**
1	1	SM	272	BEZ ROZL	25.7			0.69	0.63
2	1	SM	317	BEZ ROZL 27.4	27.2	0.95		0.97	0.89
3	1	SM	306	BEZ ROZL	26.8			0.89	0.81
4	1	SM	205	BEZ ROZL	22.6			0.36	0.32
5	1	SM	254	BEZ ROZL	25.0			0.59	0.54
6	1	SM	204	BEZ ROZL	22.5			0.35	0.32
7	1	SM	226	BEZ ROZL	23.7			0.45	0.41
8	1	SM	254	BEZ ROZL	25.0			0.59	0.54
9	1	SM	230	BEZ ROZL	23.9			0.47	0.43
10	1	SM	199	BEZ ROZL 21.4	22.2	0.29		0.32	0.29
11	1	SM	299	BEZ ROZL	26.6			0.85	0.77
12	1	SM	305	BEZ ROZL 25.4	26.8	0.82		0.83	0.76
13	1	SM	272	BEZ ROZL	25.7			0.69	0.63
14	1	SM	209	BEZ ROZL	22.8			0.38	0.34

Obrázek 21: Výstup serverové aplikace prumerka.cz pro soubor .xml

4.6.3. Vyhodnocení

Podobné srovnání již bylo provedeno dříve s průměrkou DP vybavenou programem TIMS CZ a výsledky uvádí, že pokud se jako 100 % označí čas potřebný pro sběr dat starší metodou, pro sběr dat za použití průměrky Digitech Professional je hodnota 70-75 %, což jsou hodnoty samotného sběru dat v terénu a při započítání doby výpočtu je pak spotřeba času pro TIMS CZ 55-60 % v porovnání s metodou, kdy je použita průměrka bez možnosti registrace (KOTEK, 2013). Tyto výsledky jsou ovšem vázané na mírně odlišnou metodiku sběru dat. Jedná se především o to, že veškeré práce v terénu prováděl jeden pracovník i pro potřeby výpočtu metodou ÚLT s použitím průměrky bez možnosti registrace.

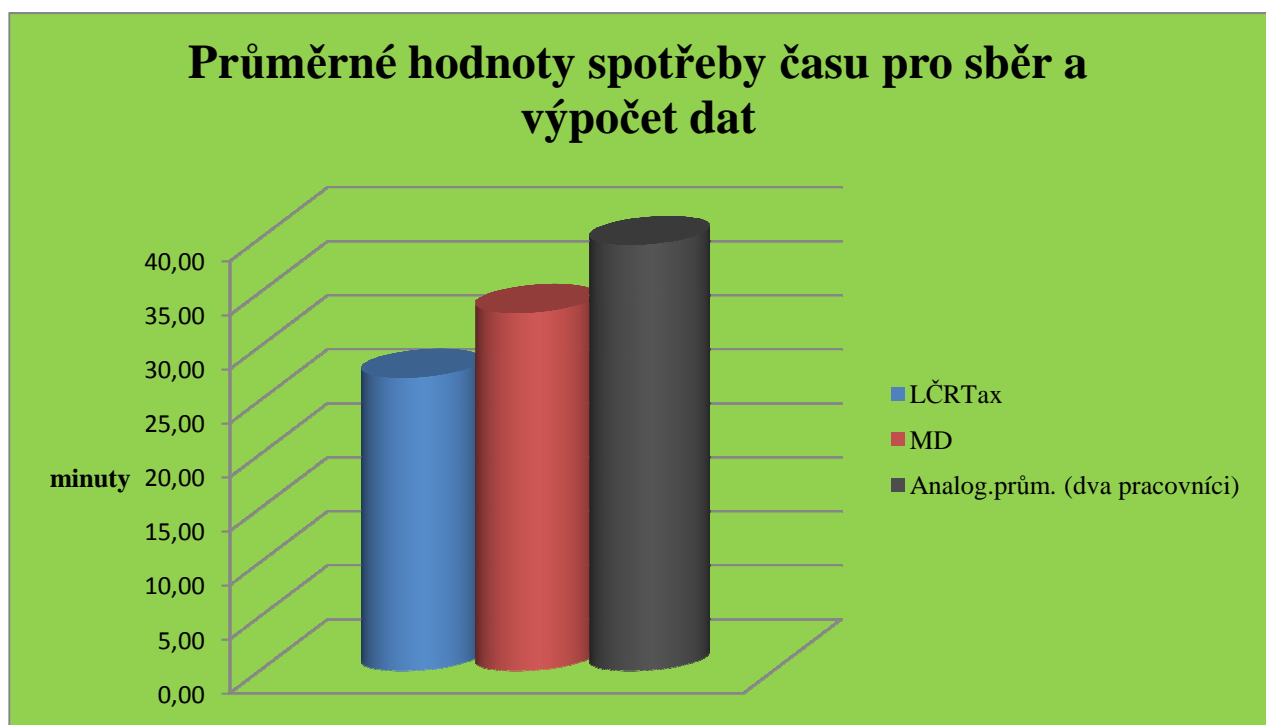
Časová náročnost sběru dat s použitím programu TIMS CZ nebo LČRTax resp. ProfiTax je prakticky stejná. Pokud ovšem porovnáme časovou náročnost samotných terénních prací prováděných starší metodou a dvěma pracovníky s časovou náročností

sběru dat s využitím průměrky DP nebo DPII vybavenou příslušným programem, kdy veškerou práci provádí jeden pracovník, je spotřeba času pro obě metody téměř identická. Jiná situace nastává v případě zpracování výsledků, kdy je možné sledovat signifikantní rozdíl časové náročnosti ve prospěch metody s použitím průměrky DP či DPII. Získaná data byla opět podrobena ověření pomocí Wilcoxonova testu. Toto testování podalo předpokládané výsledky. Hypotéza o rozdílné časové náročnosti samotného sběru dat v terénu byla zamítnuta na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, naopak nelze zamítnout hypotézu o rozdílné časové náročnosti celkového procesu sběru dat i s potřebným výpočtem na stejné hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Další otázkou je vztah mezi výpočtem zásob metodou ÚLT a metodou s použitím výtvarnic násobených výškou a kruhovou základnou odvozenou z měření tloušťek. Tato metoda je svou matematickou jednoduchostí vhodná pro výpočet objemů stojících stromů prostřednictvím jednoduché výpočetní techniky. Určitou problematikou může být konkrétní stanovení hodnoty výtvarnic. Z rozdílných růstových podmínek pramení i rozdílné tvary kmenů a lze tedy očekávat i mírně odlišné hodnoty výtvarnic pro jednu dřevinu v závislosti na stanovišti či genetickém původu. Hodnoty výtvarnic se mohou převzít z růstových tabulek podle příslušného věku a bonity. Určitým řešením by mohlo být i odvození výtvarnic pro konkrétní oblast použití, opakovaným měřením na ležících kmenech proměřovaných po sekcích a postupnou aproximací se snažit přiblížit co nejreálnější hodnotě výtvarnic pro danou lokalitu. Program LČRTax má z důvodu jednotnosti sběru dat v rámci podniku hodnoty výtvarnice pro jednotlivé dřeviny nastaveny jako defaultní, stejně jako koeficient pro přepočet na objem bez kůry, Program TIMS naproti tomu umožňuje v rámci funkce NASTAVENÍ pro individuální nastavení výtvarnic pro každou dřevinu.

Tabulka 4: Porovnání efektivity sběru dat

č.měření	LČRTax		MD		Analog.prům.			Analog/DPII	
	čas [min]	vzdál. [m]	čas [min]	vzdál.[m]	Čas terén [min]	Čas výpočet [min]	Celkem [min]	Čas terén	Čas celkem
1	23	160	25	190	25	9	34	0,92	0,68
2	28	180	34	230	29	10	39	0,97	0,72
3	25	160	35	240	24	9	33	1,04	0,76
4	31	230	42	280	38	11	49	0,82	0,63
5	26	170	29	240	31	12	43	0,84	0,60
6	21	170	23	250	24	13	37	0,88	0,57
7	41	260	53	320	38	13	51	1,08	0,80
8	24	200	31	270	23	10	33	1,04	0,73
9	23	190	22	240	27	9	36	0,85	0,64
10	29	180	37	230	28	11	39	1,04	0,74
průměr	27,10	190,00	33	249,00	28,70	10,70	39,40	0,95	0,69
Směrodatná odchylna	5,47	30,66	8,98	33,00	5,22	1,49	6,07	0,09	0,07



Obrázek 22: Porovnání spotřeby času pro sběr a výpočet dat pro jednotlivé varianty

Tabulka 5: Wilcoxonův test pro hypotézy H_1 a H_2

Wilcoxonův test pro hypotézy H_1 a H_2 (DP- LČRTax; MD)											
Spotřeba času pro sběr dat						Potřebná vzdálenost pro sběr dat					
Rozdíly párových hodnot [min]	Uspořádané rozdíly [min]	Pořadí rozdílu	W-	w+	Tabulková hodnota pro $\alpha=0,05$	Rozdíly párových hodnot [m]	Uspořádané rozdíly [m]	Pořadí rozdílu	w-	w+	Tabulková hodnota pro $\alpha=0,05$
2	-1	1	1	54	8,1	30	30	1	0	55	8,1
6	2	2,5	W=1 menší než 8,1- zamítáme hypotézu o shodě rozdělení párových hodnot na hladině $\alpha=0,05$			50	50	3,5	W=0 menší než 8,1- zamítáme hypotézu o shodě rozdělení párových hodnot na hladině $\alpha=0,05$		
10	2	2,5				80	50	3,5			
11	3	4				50	50	3,5			
3	6	5				70	50	3,5			
2	7	6				80	60	6			
12	8	7				60	70	7,5			
7	10	8				70	70	7,5			
-1	11	9				50	80	9,5			
8	12	10				50	80	9,5			

Tabulka 6: Wilcoxonův test pro hypotézy H_3 a H_4

Wilcoxonův test pro hypotézy H_3 a H_4 (DPII; Analog. průměrka)											
Spotřeba času pro samotný sběr dat						Spotřeba času pro sběr dat i výpočet					
Rozdíly párových hodnot [min]	Uspořádané rozdíly [min]	Pořadí rozdílu	w-	w+	Tabulková hodnota pro $\alpha=0,05$	Rozdíly párových hodnot [min]	Uspořádané rozdíly [min]	Pořadí rozdílu	w-	w+	Tabulková hodnota pro $\alpha=0,05$
2	1	2,5	10,5	41	8,1	11	8	1	0	55	8,1
1	-1	2,5	W=10,5 je větší než 8,1- hypotézu o shodě rozdělení párových hodnot nelze zamítnout na hladině $\alpha=0,05$			11	9	2	W=0 menší než 8,1- zamítáme hypotézu o shodě rozdělení párových hodnot na hladině $\alpha=0,05$		
-1	-1	2,5				8	10	3,5			
7	-1	2,5				18	10	3,5			
5	2	5				17	11	5,5			
3	3	6,5				16	11	5,5			
-3	-3	6,5				10	13	7			
-1	4	8				9	16	8			
4	5	9				13	17	9			
-1	7	10				10	18	10			

4.7. Nákladové hledisko

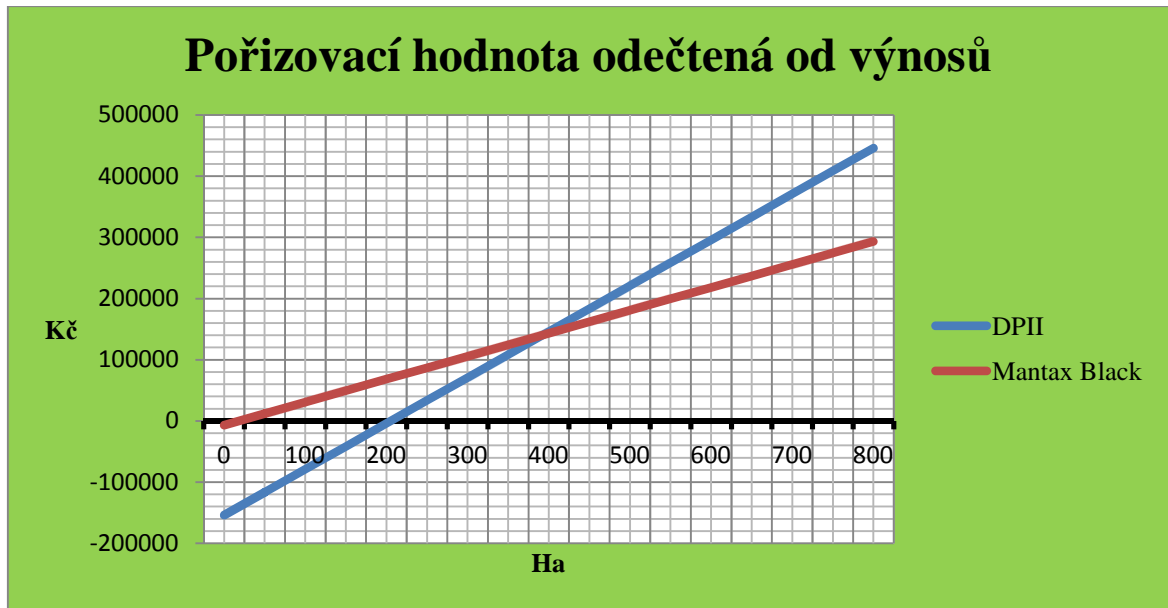
Finanční náročnost na pořízení moderních dendrometrických přístrojů bude hrát vždy velkou roli při rozhodování o jejich zavádění. Následující ceny jsou převzaté od společnosti Forestry Suppliers, inc.

Cena průměrky DPII je závislá na aktuálním kurzu amerického dolaru a koruny a také na délce stupnice. Tato cena se pohybuje okolo 70 000 Kč, ke které je nutné přičíst také náklady na softwarové vybavení počítačového terminálu. Univerzální software TIMS by pak představoval další náklad ve výši cca 7 000 Kč.

Pokud by mělo jít o porovnání s pořizovací cenou průměrky pro analogové průměrkování, cena průměrky Mantax Black podobné konstrukce (sklopná ramena), ale bez možnosti připojení počítačového terminálu se pohybuje kolem 7 000 Kč.

Při úvahách o pořízení jedné z uvedených variant je nutné znát cenovou hladinu plateb za průměrkování naplno. Ceny za průměrkování jednoho hektaru porostu jsou velmi rozdílné podle účelu a podle konkrétních porostních podmínek, takové cenové rozpětí se dnes pohybuje někdy mezi 500 a 1000 Kč/ha. Při stanovení teoreticky odhadované průměrné ceny 750 Kč/ha a při zohlednění efektivity sběru dat, lze interpretovat úvahy o vybavení dvojčlenné skupiny pracovníků, kteří mohou být vybaveni jednou analogovou průměrkou nebo dvěma přístroji DPII. Při takovém teoretickém uvažování lze dojít k závěrům, že výnosy, od kterých jsou odečtené pořizovací náklady, dosahují bodu přelomu zhruba po vyprůměrkování 400 ha. Bod zvratu pro analogovou průměrku tak nastává zhruba v hodnotě 10 ha, pro DPII v hodnotě zhruba 210 ha.

Toto srovnání se soustředí pouze na pořizovací hodnotu průměrek, nejsou zahrnuté např. pořizovací ceny výškoměrů a dalšího vybavení, dále by bylo také vhodné začlenit do výpočtů širší spektrum variabilních i fixních nákladů. Další složka, která není v tomto jednoduchém srovnání oceněna je digitální podoba dat u DPII, ta může být často přímo vyžadována zadavatelem práce.



Obrázek 23: Porovnání pořizovací hodnoty a výnosů pro DPII a Mantax Black

4.8. Příklady dalšího využití průměrek DP/DPII

Jako příklady dalšího využití průměrek DP/DPII jsou uvedena softwarová řešení pro kalibrace měřících systémů harvestorů a pro zjišťování prostorových informací.

4.8.1. Skalman

Program Skalman je vytvořen pro provádění kalibrace měřících systémů harvestorů, jejíž základ je porovnání hodnot naměřených měřícími systémy harvestorů a hodnot změřených ručně průměrkou na totožných výřezech ležícího dříví. Program spolupracuje se standardem StanForD2010, což je komunikační standard počítačů používaných v lesnické mechanizaci, především v harvestorech, který je v současné době podporován devíti výrobci, a to Dasa Control Systems, John Deere Forestry, Komatsu Forest, LogMax, Ponsse, Parker Hannifin, Rottne Industri, SDC, CGI (SKOGFORSK, 2013). Tento standard zaručuje jednotnou strukturu dat založenou na formátu .xml napříč spektrem výrobců lesnické mechanizace a umožňuje získat rozsáhlé informace o konkrétním stroji, ale také provádět kalibraci.

Proces kalibrace začíná pokácením stromu a jeho manipulací a přehledným uložením jednotlivých výřezů, následně dojde k propojení průměrky DP/DPII s počítačem harvestoru pomocí USB a k přenosu informací o ležících výřezech do

programu Skalman. Poté je provedeno měření těchto výřezů průměrkou, přičemž jsou zobrazovány hodnoty změřené harvestorem a k nim jsou přiřazovány hodnoty změřené ručně průměrkou. Jedná se o hodnoty tloušťek v určitých délkových intervalech, pro tento účel je velmi vhodné použití pásma Digitech Tape. Srovnávací měření a tedy i případná kalibrace se tedy vztahuje nejen na tloušťky výřezů, ale i na jejich délky. Takto upravené hodnoty jsou nahrány zpět do počítače harvestoru a jsou nabídnuty obsluze k provedení kalibrace, ta může nebo nemusí nabízenou kalibraci přijmout. Teoretický ideální počet stromů pro provedení kalibrace se pohybuje kolem tří od každé dřeviny v každém těžebním bloku.

4.8.2. PosTax

Tento systém se skládá z několika částí a je určen pro získání prostorové informace o požadovaném objektu. Základem celého systému je průměrka DP/DPII s nainstalovaným softwarem PosTax, stativ s výsuvnými rameny se systémem ultrazvukových transpondérů T3, dále výškoměr řady Vertex, pro tyto účely označovaný jako Postex a schopný měřit vzdálenosti ke třem transpondérům T3 v jeden okamžik. Princip lokalizace je založen na změření tří vzdáleností od objektu k ultrazvukovým transpondérům, přesně umístěných ve stativu. Každý transpondér (barevně odlišený-černý, bílý, zelený) musí být v předem určeném rameni stativu a orientován k příslušné světové straně.

Ze vzdáleností ke každému transpondéru se získává souřadnice požadovaného objektu (stromu) v místním kartézském souřadnicovém systému.

Systém Postex lze nejlépe využít na kruhových zkusných plochách, kdy se na začátku měření určí střed plochy, kde se umístí stativ. Pro samotné měření souřadnic jsou k dispozici hned tři transpondéry, pro vytyčení zkusné plochy je možné využít jen jeden z nich, bíle označený, ten se umístí do středu stativu a s jeho pomocí se vytyčuje plocha o požadované rozloze (poloměru). Jestliže jsou vyznačeny hranice zkusné plochy, je možné přikročit k samotnému měření pozic stromů touto plochou zaujatých. V tento okamžik je velice důležité rozložit ramena stativu a umístit všechny transpondéry přesně podle návodu a celý stativ horizontovat přiloženou libelou. Jako terminál pro sběr dat se používá průměrka DP/DPII s nainstalovaným softwarem PosTax. S takto vybavenou průměrkou lze postupně začít sbírat požadované informace.

Začíná se měřením tloušťky stromu, na které navazuje změření tří vzdáleností k transpondérům na stativu uprostřed zkusné plochy. Tyto vzdálenosti zjistíme pomocí přístroje Vertex uzpůsobeného k měření tří vzdáleností (Postex). Stejně jako tloušťka stromu se tato vzdálenost vztahuje k výšce 1,3 metrů od paty kmene. Tyto tři vzdálenosti se přenesou do terminálu průměrky pomocí IR portu. V tento okamžik je tedy k dispozici tloušťka a k ní přiřazeny tři vzdálenosti, průměrka tak dokáže určit souřadnice středu stromu. Pokud není vyžadováno měření tloušťky, lze sbírat data jen s pomocí terminálu průměrky (bez samotné stupnice průměrky) např. u přirozeného zmlazení, sazenic. Dále lze ke každému nebo jen k vybraným stromům změřit výšku. Tato operace se opět provede pomocí bíle označeného transpondéru umístěného nejčastěji ve výčetní výšce (1,3 m). Po získání odstupové vzdálenosti a změření výšky se data vloží do průměrky. Tento postup by především při měření většího počtu výšek byl značně zdlouhavý, vhodnějším přístrojem pro měření výšek bude Vertex Laser, kdy odpadá nutnost instalovat ultrazvukový transpondér na každý strom, u kterého je vyžadováno měřit jeho výšku.

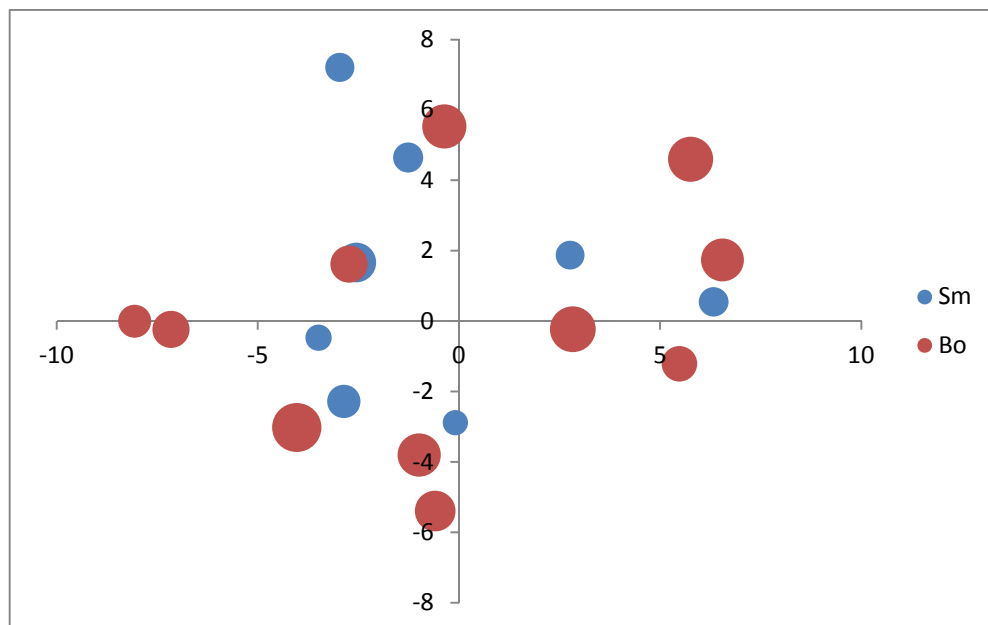
Výstupem je textový dokument, který je nejvhodnější pro další zpracování importovat do programu Excel. Každému měřenému bodu (stromu) je přiřazeno identifikační číslo, podle způsobu měření, hodnota tloušťky, výšky a vždy vzdálenosti k jednotlivým transpondérům a souřadnice X,Y.

Zjištěná data lze interpretovat pomocí grafů či využít pro prostorovou modelaci porostu. Kromě prostorového rozmístění jednotlivých dřevin, je možné při měření výšek na zkusné ploše obdržet i informaci o výškové struktuře dřevin.

Využití systému PosTax pro komerční taxaci zřejmě bude spíše okrajové. Velké uplatnění se dá předpokládat pro výzkumné projekty zabývající se strukturou porostů. Nabízí se srovnání se zjišťováním pozic pomocí satelitních systémů. V tomto případě záleží na schopnosti signálu z družic prostoupit zapojeným korunami porostu, morfologii terénu či na atmosférických podmínkách. V některých případech je dokonce nemožné pod hustě zapojeným porostem vůbec požadovaný bod zaměřit, pokud ano, může se stát, že odchylka od skutečné hodnoty může dosahovat i několika metrů. Na druhou stranu, při sběru dat v otevřené krajině se jako efektivnější způsob bude jevit spíše použití družicových systémů.

ID	Nr	Specie	Diameter	Dist1	Dist2	Dist3	Height	X	Y	R	
Theta											
503	1	2	372	363	169	298	270	2.83	-0.23	2.84	94.58
503	2	2	221	638	443	586	275	5.48	-1.21	5.61	102.48
503	3	1	157	730	539	629	154	6.33	0.55	6.36	85.06
503	4	1	148	441	296	279	140	2.76	1.88	3.34	55.72
503	5	2	331	772	586	642	300	6.55	1.74	6.78	75.13
503	6	2	362	832	686	654	285	5.76	4.60	7.37	51.39
503	7	2	348	611	622	438	265	-0.36	5.68	5.69	356.34
503	8	1	160	515	559	365	128	-1.26	4.65	4.82	344.78
503	9	1	151	795	863	668	132	-2.96	7.21	7.79	337.65
503	10	2	247	623	701	505	223	-2.73	5.53	6.17	333.74
503	11	1	281	260	404	247	246	-2.55	1.67	3.04	303.25
503	12	2	246	643	831	706	250	-7.16	1.62	7.34	282.78
503	13	2	193	698	895	808	200	-8.06	-0.23	8.06	268.39
503	14	2	431	288	483	399	291	-4.03	-0.00	4.03	269.96
503	15	1	121	243	442	379	90	-3.49	-0.47	3.52	262.24
503	16	1	195	242	412	437	162	-2.86	-2.28	3.65	231.42
503	17	2	293	234	278	406	240	-0.59	-3.02	3.08	191.08
503	18	1	113	243	250	396	100	-0.09	-2.88	2.88	181.75
503	19	2	331	464	504	648	262	-0.99	-5.39	5.48	190.46
503	20	2	272	473	349	546	258	2.64	-3.80	4.63	145.26
ID	Nr	Specie	Diameter	Dist1	Dist2	Dist3	Height	X	Y	R	
Theta											
504	1	1	105	578	421	614	98	3.99	-3.60	5.38	132.01
504	2	1	159	760	598	786	168	5.63	-4.46	7.19	128.40
504	3	1	81	715	533	706	104	5.80	-2.96	6.51	117.07
504	4	3	348	812	622	689	250	7.05	1.46	7.20	78.28
504	5	3	145	905	732	757	126	7.36	3.15	8.01	66.81
504	6	3	309	624	462	467	260	4.62	2.53	5.26	61.31
504	7	3	294	374	250	205	260	2.08	1.82	2.76	48.74
504	8	1	81	864	750	670	65	4.67	6.01	7.61	37.89
504	9	3	319	543	627	431	238	-2.61	4.77	5.44	331.32
504	10	3	252	364	446	252	235	-1.78	3.10	3.57	330.07
504	11	3	303	412	558	388	210	-3.71	2.71	4.60	306.21
504	12	3	233	547	726	584	210	-5.87	2.15	6.25	290.15
504	13	1	230	589	786	728	210	-6.94	-1.39	7.08	258.67
504	14	1	323	595	788	757	220	-6.80	-2.52	7.25	249.64
504	15	1	272	524	698	711	210	-5.41	-3.66	6.53	235.93

Obrázek 24: Výstup z programu Postax



Obrázek 25: Pozice stromů na zkusné ploše zjištěné programem PosTax

4.9. Směr budoucího vývoje

Tato práce se snaží reflektovat všeobecný trend ve využívání elektronických přístrojů pro sběr, třídění a práci s daty pořízených při terénním šetření. Při dnešních výpočetních možnostech mobilních telefonů se oblast jejich použití stále rozšiřuje. Po zvážení výhod dnešní koncepce průměrek- universální nástroj sloužící nejen k registraci tloušťek s širokým spektrem vhodných programových řešení a jejich nevýhod- především vysoké pořizovací náklady, lze očekávat, že by počítačový terminál průměrek mohl být v některých případech nahrazen právě mobilním telefonem nebo tabletem s vhodným operačním systémem. Tím by byl zajištěn dostatečný výpočetní výkon při snížení pořizovacích nákladů. Pro toto řešení je otázkou odolnost přístroje a výdrž baterie. O tom že podobné úvahy začínají nabírat konkrétních podob řešení se lze přesvědčit i v případě společnosti HAGLÖF (2015). Tento švédský výrobce uvádí v současné době (jaro 2015) na trh novinku, která má být novou verzí oblíbeného přístroje Mantax Digitech, Mantax Digitech II (MDII). Sofistikované řešení s využitím mobilních technologií nabízí také společnost GIS- Dienst GmbH prostřednictvím svého systému GDD- 3D Polterscan. Dále je dnes k dispozici i celá řada aplikací pro mobilní telefony, které se orientují např. i na oblast relaskopování.

4.9.1. Mantax Digitech II (MDII)

Koncepce tohoto přístroje je navržena právě s ohledem na možnosti využití mobilních telefonů či tabletů, v tomto případě vybavených operačním systémem Android. Průměrka MDII vzhledem připomíná průměrku DPII (ovládání terminálu na pohyblivém pravém rameni), ale na rozdíl od průměrky DPII jsou data terminálem průměrky MDII pouze uložena a pro další zpracování jsou odeslány do počítače nebo již zmíněných zařízení s operačním systémem Android. Terminál průměrky MDII tak slouží pouze k registraci hodnot v jednoduché struktuře (rozlišení dřeviny, tloušťky a popř. i výšky), ty jsou ukládány a po skončení měření odeslány k dalšímu zpracování do počítače pomocí kabelu USB nebo jsou hodnoty odesílané průběžně do mobilních zařízení prostřednictvím technologie Bluetooth. Průměrka spolupracuje s osvědčenými výškoměry řady Vertex, s nimiž komunikuje prostřednictvím IR portu. Komunikace se zařízeními s operačním systémem Android je zajištěna prostřednictvím aplikace

Digicom II App, v tomto případě jsou data odesílána ve formátu .xml. Při přenosu dat do počítače lze data exportovat např. do prostředí MS Excel ve formátu .txt.

Návrh průměrky MDII pružně reaguje na situaci v oblasti racionálního využívání výpočetních zařízení, jelikož dnes téměř každý vlastní mobilní zařízení s výpočetním výkonem schopným provádět základní výpočty z oblasti lesnické taxace. MDII je schopná pružné komunikace s mobilními zařízeními a zároveň splňuje vysoké nároky na odolnost certifikátem IP67 (úplná odolnost vůči prachu a ochrana proti ponořením do vody na dobu 30 v hloubce jednoho metru). Mobilní telefony s podobným stupněm ochrany, které by teoreticky mohly v budoucnu sloužit přímo jako počítačové terminály průměrek jsou na českém trhu dostupné zhruba od 7 000 až 8 000 Kč.

Cena průměrky MDII se bude, v závislosti na vývoji kurzu české koruny, pohybovat někde kolem hranice 40.000 Kč. Bude o něco vyšší než cena původního Mantax Digitechu, tedy zhruba na 2/3 ceny plně programovatelné průměrky DPII. Současně se zavedením obou typů průměrek této druhé generace, výrobce ukončuje výrobu obou starších verzí průměrek MD a DP.



Obrázek 26: Mantax Digitech II (Zdroj: Forestry Instruments, s.r.o.)

4.9.2. GDD- 3D Polterscan

Další zajímavé řešení, tentokrát z oblasti měření ležícího dříví, poskytuje německá společnost GIS- Dienst GmbH. Systém GDD- 3D Polterscan je založen na prostorovém nasnímání jednotlivých kmenů nebo dříví uloženého v hraních a záznamu pořízených dat přímo v lese za pomoci mobilního zařízení. Celý systém se skládá z tabletu typu iPad, 3-D senzoru a softwaru pro snímání a zajištění potřebných výpočtů.

Tento bezkontaktní způsob měření objemu ležícího dříví vyžaduje od obsluhy informace o dřevině, kvalitě a v případě hraní také informace o hloubce hraně a podkladových kusech. Získaná data umožňují například virtuální měření tloušťky v polovině jejich délek a další analýzy i v ostatních 3-D programech. Exportovaná data jsou ve formátu .xml a poskytují informace o lokalizaci pomocí GPS, počtu kmenů a hraní, dále rozdělení do tloušťkových tříd a četnosti v těchto třídách.

Co se týče podmínek prostředí, výrobce uvádí, že při běžných světelných podmínkách je použití tohoto systému bezproblémové. Potíže mohou nastat při silném dešti, nadměrné prašnosti a při silném přímém slunečním záření. Během snímání musí být zajištěna dobrá viditelnost snímaných objektů, rušícím prvkem může být v některých případech okolní vegetace, naopak barevné značení (značkovací sprej) na kmenech nemá vliv na průběh snímání.



Obrázek 27: GDD- Polterscan (zdroj: GIS-Dienst GmbH)

4.9.3. Relasphone

Neméně zajímavým řešením je také aplikace pro mobilní telefony s operačním systémem Android navržená pro relaskopování. Jedná se o zobrazení záměrné úsečky na displeji telefonu, přes kterou se zaměřuje na okolní stromy s využitím fotoaparátu přístroje a dochází k postupnému ukládání zaujatých stromů podle dřevin. V současnosti dostupná beta verze je produktem finské společnosti VTT Technical Research Centre of Finland Ltd.



Obrázek 28: Aplikace Relasphone (zdroj: VTT Technical Research Centre of Finland Ltd)

5. Diskuze

Tato práce uvádí obecný popis průměrek DP a DPII a jejich ovládání a také konkrétní popis ovládání programu LČRTax, který je v současnosti zaveden u podniku Lesy ČR. Zřejmě i v současné době je základním zdrojem informací o moderních dendrometrických přístrojích literatura jednotlivých výrobců. Ovládání a popis průměrky Mantax Digitech, ale právě i průměrky Digitech Professional zpracoval MARUŠÁK ET., AL (2009) i s popisem softwaru LatinTax (stojící stromy) a LogScale (ležící dříví). Popis programu TIMS v jeho české verzi TIMS CZ se objevil až v novější publikaci, kde se KUŽELKA ET., AL (2014) soustředí i na další oblasti moderního sběru dat jako je technologie Field-map či využití bezpilotních dronů pro účely lesního hospodářství.

V rámci této práce bylo vytvořeno softwarové řešení instalované v průměrece DPII navržené pro sběr dat na kruhových zkusných plochách v takové podobě, aby bylo možné získaná data využít pro výpočet zásoby a případně i intenzity probírky. Současná verze programu KOTEKPOKUS.VBX slouží především ke sběru dat v terénu a konečné výpočty jsou zpracovány v počítači. Kromě uváděného zpracování v prostředí MS Excel by mohlo být dále vytvořeno řešení pro zpracování výstupních souborů ve formátu .xml a tím posunout stupeň racionalizace sběru dat a následných výpočtů na vyšší úroveň.

Podobné řešení je dostupné i v rámci programu TIMS určeného pro průměrky DP/DPII vytvořeného přímo švédským výrobcem Haglöf. Tento program navíc umožňuje zobrazit některé výpočty přímo v počítačovém terminálu v terénu, ale není zatím navržen pro odlišení stromů určených k těžbě.

Druhé softwarové řešení s názvem LogCalculator je zaměřené na výpočet objemů ležících kmenů a je navrženo jako aplikace do mobilních telefonů. Tato aplikace vznikala během roku 2014, v této době podobné aplikace prakticky nebyly k dispozici, ani pro platformu Windows Phone, ani pro Android. V dnešní době je situace odlišná a pro platformu Android je k dispozici několik podobných aplikací.

Přesnost výsledků je závislá na klasickém ručním změření kmenů, aplikace slouží pouze pro výpočet zadaných hodnot pomocí Huberova vzorce.

Další část práce věnovaná efektivitě sběru dat a výpočtu zásob porostů při použití různého vybavení uvádí očekávané výsledky. Uváděná metodika pro srovnání

časové náročnosti sběru dat pro potřeby aukcí dříví nastojato pomocí odlišných průměrek ukazuje na časovou úsporu necelých 20 % ve prospěch průměrky DP oproti průměrce MD a zhruba 24% úsporu ušlé vzdálenosti, opět ve prospěch průměrky DP v kombinaci s vyznačením pořadových čísel stromů určených k měření výšek. Uvedené procentuální rozdílnosti jsou vázané především na způsob vyznačení výšek stromů v terénu pro jejich kontrolu. S rostoucím počtem celkově registrovaných stromů klesá relativní počet změřených výšek, lze tedy očekávat, že s rostoucím počtem registrovaných stromů by mělo docházet k snižování uváděných rozdílů.

Při srovnání časové náročnosti průměrkování naplno s použitím průměrky DP/DPII s vhodným softwarem s průměrkováním naplno za pomoci klasického záznamu změřených hodnot do papírového formuláře není statisticky významný rozdíl ve spotřebě času pro samotný sběr dat. Rozdíl nastává až při zohlednění času potřebného pro výpočet, v tomto případě se časová úspora pohybuje kolem 30 % ve prospěch DP/DPII. Jelikož uváděné porovnání se zaměřuje na to, jaký vliv na spotřebu času má použití samotných odlišných průměrek, liší se pouze způsob záznamu dat a pro obě varianty zůstává zachovaný stejný typ výškoměru. Sběr dat v terénu je také ovlivněn tím, že měření pro klasickou metodu se záznamem dat na papírový formulář prováděla dvoučlenná skupina a při použití průměrky DP/DPII prováděl veškeré práce jen jeden pracovník.

Porovnání časové náročnosti pro jednotlivé varianty sběru dat i výpočtů by bylo vhodné rozšířit a sledovat jak se budou sledované varianty ve svých charakteristikách lišit v závislosti na zvětšujícím se souboru měřených stromů.

Naznačený rostoucí význam mobilních zařízení (telefonů a tabletů), který je v předkládané diplomové práci interpretován, dokládají i některá konkrétní sofistikovaná řešení významných společností, které jsou zaměřeny na získávání dendrometrických informací.

6. Závěr

Jelikož je tato práce zaměřena na moderní metody a technologie sběru dendrometrických veličin v širším měřítku, uvádí výsledky srovnávacího měření časové náročnosti při použití různých typů průměrek. Bylo dokázáno, že zavedení průměrek DP s instalovaným programem LČRTax v podniku Lesy ČR může zefektivnit sběr dat v terénu z hlediska času i ušlé vzdálenosti oproti dřívější variantě sběru dat s pomocí průměrky MD. Zároveň, podle uváděného srovnání, nelze prokázat časovou úsporu v případě použití průměrky DP/DPII při sběru dat v terénu, které provádí jeden pracovník vůči použití klasické průměrky bez možnosti registrace hodnot, kdy sběr dat provádějí dva pracovníci. Úspora času byla prokázána až v případě zahrnutí času potřebného pro výpočet konečných hodnot.

Dále je uveden popis tvorby jednoduchých aplikací, z nichž jedna byla navržena pro průměrku DPII vybavenou zařízením DP DME pro sběr dat na kruhových zkusných plochách a druhá je navržena pro mobilní telefony pro zaznamenání parametrů ležících výřezů a kalkulaci objemů dříví.

Využití nejen průměrek DP/DPII, ale i průměrek podobné koncepce v podmínkách českého lesního hospodářství bude vždy spojeno s poměrem pořizovací ceny těchto přístrojů a výnosů jakými s nimi lze dosáhnout. Velký potenciál spojený s vyhotovením LHP je omezen tím, že při současných cenách průměrkování, obzvláště naplno, a současných cenách za tvorbu LHP představuje jejich pořízení významnou nákladovou položku pro vyhotovitele LHP. Naopak k znatelnému rozšíření použití zmiňovaných průměrek dochází v závislosti na zvyšujícím se podílu objemu dříví měřeného průměrkováním naplno a prodávaného prostřednictvím aukcí podnikem Lesy ČR.

7. Přílohy



Obrázek 29: Průměrka DAPI s příslušenstvím a výškoměr VL400



Obrázek 30: Měření s využitím Digitech Tape



Obrázek 31: Externí klávesnice pro DP/DPII



Obrázek 32: Zařízení DP DME pro měření vzdáleností pomocí ultrazvuku



Obrázek 33: Relaskopický adaptér pro DP/DPII



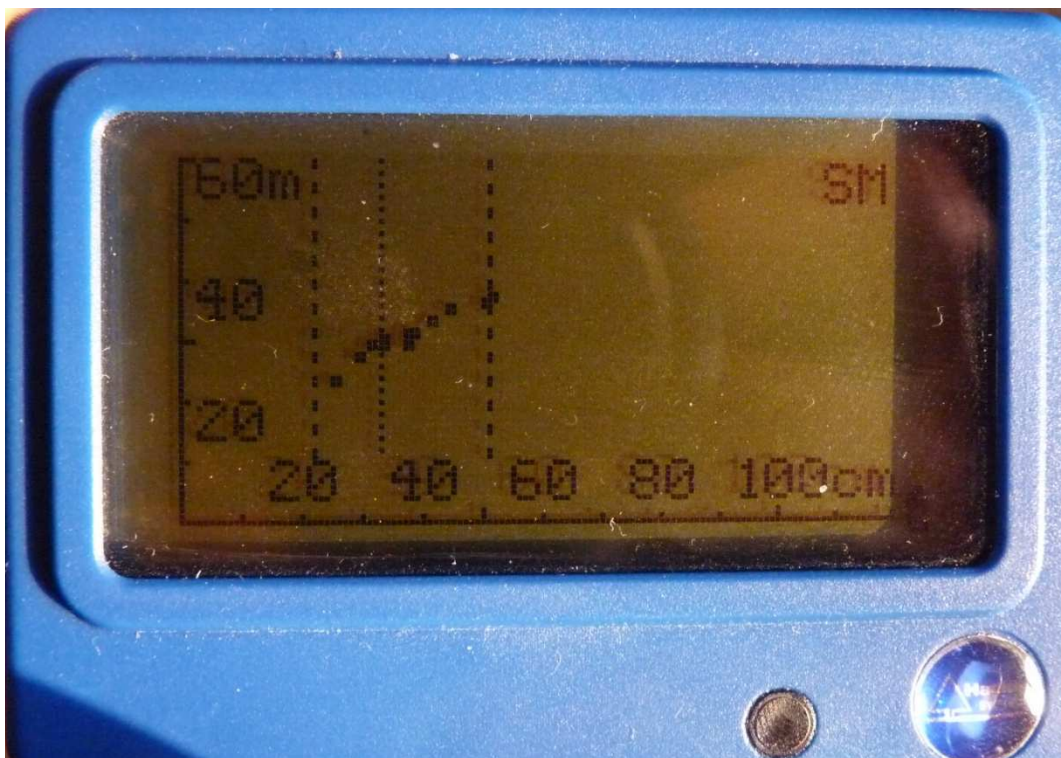
Obrázek 34: Laserové adaptéry Gator Eyes na průměrcce DP



Obrázek 35: Program KOTEKPOKUS.VBX v průměrcce DPHI vybavené DP DME a transpondér T3 ve středu kruhové zkušné plochy



Obrázek 36: Registrace dat bez připevněného počítačového terminálu DP11 s využitím DP Radio



Obrázek 37: Graf změřených výšek zobrazený programem LČRTax



Obrázek 38: Výsledek pro dřevinu smrk vypočtený a zobrazený programem LČRTax

8. Seznam použité literatury

- Dufek, Jaroslav. 2006.** *Profesionální syndrom karpálního tunelu.* Brno : Neurol Prax, 2006.
- Forestry Instruments, s.r.o.** *Forestry Instruments, s.r.o.* [Online] [Citace: 15. březen 2015.] <http://www.forestry-instruments.cz/prilohy/Mantax%20Digitech%20II%20CZ.pdf>.
- Forestry Suppliers, Inc.** *Forestry Suppliers, Inc.* [Online] <https://www.forestry-suppliers.com/search.asp?csearch=Y&cat=141&catname=Diameter%20Tapes%20and%20Tree%20Calipers>.
- GIS Dienst. 2015.** *Technical Information- 3D Polterscan.* Riesa : GIS Dienst GmbH, 2015.
- Haglöf. 2013.** *DPII User Guide.* Långsele : Haglöf Sweden AB, 2013.
- Haglöf. 2008.** *Users Guide Postex & Transponders T3.* Långsele : Haglöf Sweden AB, 2008.
- Hlávková, Jana. 2012.** *Základy ergonomie- teorie k úkolu hlavního hygienika k problematice ergonomie pracovišť a pracovních míst montážního charakteru. Státní zdravotní ústav.* [Online] 2012. http://www.szu.cz/uploads/Vzdelavaci_akce/CHPPL/Seminar_120913/Zaklady_ergonomie_1.pdf.
- Korf, Václav, a další. 1972.** *Dendrometrie.* Praha : Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1972. str. 371.
- Kotek, Václav. 2013.** *Využití elektronické registrační průměrky pro efektivní zjišťování taxačních charakteristik lesního porostu.* Praha : Fakulta lesnická a dřevařská ČZU v Praze, 2013. Vedoucí práce: Urbánek, Vilém.
- Kunert, Steven, R., a další. 2000.** *Ergonomic hand-held data terminal and data collection system.* 6,109,528 USA, 29. Srpen 2000.
- Kuželka, Karel. 2014.** *Měření lesa: moderní metody sběru a zpracování dat.* Praha : Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, 2014. ISBN 9788021324985.
- Laar, Anthoine van a Akça, Alparslan. 2007.** *Forest Mensuration.* Gottenberg : Springer, 2007. str. 383. 978-1-4020-5990-2.
- Marek, Jakub a Skřehot, Petr. 2009.** *Základy aplikované ergonomie.* Praha : VÚBP, 2009. ISBN 978-80-86973-58-6.

Marušák, Róbert, Urbánek, Vilém a Šebeň, Vladimír. 2009. *Dendrometrické prístroje a pomôcky pre efektívne meranie lesa*. Zvolen : Národné lesnícke centrum, 2009. str. 98. ISBN 978-80-8093-097-4.

Pecháček, Ondřej a Bařinka, Miroslav. 2014. Pracovní postup OLZ. *Prodej dříví v elektronických aukcích*. Hradec Králové : Lesy České republiky, s.p., 2014.

Skogforsk. 2013. *StanForD 2010- Modern Communication with Forest Machines*. Uppsala : the Forestry Research Institute of Sweden, 2013.

Šmelko, Štefan. 2000. *Dendrometria*. Zvolen : TU Zvolen, 2000. str. 399. ISBN 80 - 228 - 0962- 4.

ÚHÚL. 2001. *Vyhodnocení dat národní inventarizace lesů v ČR*. Brandýs nad Labem : ÚHÚL, 2001.

UNFCCC. 1997. Kyoto Protokol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. [Online] 1997. [Citace: 25. únor 2015.] <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>.

Urbánek, Vilém. 2011. TIMS CZ - Uživatelská příručka. Praha : Silvi Nova CS a.s., 2011.

Valenta, Jan. 2013. Pracovní postup OHÚL. *Způsoby zjišťování vybraných údajů projektů PČ a TČ*. Hradec Králové : Lesy České republiky, s.p., 2013.

Vejpustková, Monika, a další. 2013. *Metody stanovení nadzemní biomasy buku (Fagus sylvatica L.)*. Strnady : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2013. ISBN 9788074170645.

VTT. VTT Technical Research Centre of Finland Ltd. [Online] [Citace: 16. březen 2015.] <http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/kuluttajat-testaavat-vtt-n-k%C3%A4nnykk%C3%A4sovellus-mets%C3%A4varojen-suunnitteluun-ilmaiseksi-verkkokaupasta>.

Zeman, Miroslav. 2010. Modely výškových křivek a vyhodnocení dat trvalých zkusných ploch. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2010, Sv. 55.