

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra hospodářské úpravy lesa



**Zjišťování dendrometrických charakteristik
lesního porostu moderními prostředky**

Bakalářská práce

Autor: **Ondřej Ryšánek**

Vedoucí práce: Ing. Vilém Urbánek

2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra hospodářské úpravy lesů

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ryšánek Ondřej

Lesnictví

Název práce

Zjišťování dendrometrických charakteristik lesního porostu moderními prostředky

Anglický název

Recent tools for practical forestry mensuration

Cíle práce

Ověřit možnosti a efektivnost praktického využití moderních nástrojů a metod pro zjišťování základních taxačních parametrů lesního porostu.

Metodika

Podrobně se seznámit s problematikou zjišťování porostních zásob a s možností sběru taxačních dat pomocí elektronických registračních průměrek.

Ve spolupráci s lesnickým provozem vytipovat vhodný lesní porost a v něm provést průměrkování s použitím průměrky Digitech Professional.

Provést průměrkování naplno, na předem stanoveném počtu zkusných ploch i metodou tzv. zkráceného měření.

Data importovat do PC a v programu MS EXCEL provést kalkulace objemů s použitím tabulek i polynomu.

Zhodnotit výsledky jednotlivých měření z dosažené přesnosti, časové náročnosti a posoudit kvalitu SW z hlediska uživatelského komfortu a spolehlivosti.

Harmonogram zpracování

III-VI.2012 Studium odborné literatury, vytipování porostů k měření

VII-X.2012 Terénní sběr dat,

XI-XII.2012 Zpracování pořízených dat

I-III. 2013 Analýza výsledků a formulace závěrů, editace textů

Rozsah textové části

30 stran

Klíčová slova

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

Doporučené zdroje informací

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.

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

Firemní dokumentace k HW a SW Haglof Sweden AB, Silvi Nova CS, a.s.

Vedoucí práce

Urbánek Vilém, Ing.

Termín odevzdání

duben 2013



doc. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan fakulty

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „**Zjišťování dendrometrických charakteristik lesního porostu moderními prostředky**“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Viléma Urbánka a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské 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 15. dubna 2013

Podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval Ing. Vilému Urbánkovi za cenné rady v celkovém rozsahu zpracování práce, za zapůjčení měřičských i technických pomůcek a materiálů ke studiu. Další poděkování patří Ing. Pavlu Volfovi zaměstnanci LČR, s.p., Lesního závodu Kladská, za pomoc při výběru zkusných ploch pro měření a poskytnutí dostupných podkladů.

Abstrakt

RYŠÁNEK, Ondřej. *Zjišťování dendrometrických charakteristik lesního porostu moderními prostředky*. Praha: Fakulta lesnická a dřevařská České zemědělské univerzity, 2013. 73 s. Bakalářská práce

Bakalářská práce obsahuje v teoretické části popis a informace o registrační průměrce *Digittech professional* švédské firmy Haglöf, programu TIMS CZ, který ve zmíněném přístroji umožňuje běžnému uživateli vypočítat a evidovat dendrometrické charakteristiky. Jako další nezbytný přístroj pro zjišťování zásoby dříví nastojato a pro zjišťování dat, které *Digittech Professional* dále zpracovává, práce popisuje výškoměr *Vertex Laser*. Mimo jiné text zmiňuje i další moderní přístroje, které se nově používají v lesnictví při zjišťování dendrometrických charakteristik.

Praktická část bakalářské práce spočívala v testování výše zmíněných přístrojů s příslušenstvím na běžném smrkovém porostu a na smrkovém porostu, který byl svými dimenzemi extrémní. Text praktické části práce popisuje postup testování a měření.

Cílem práce bylo prozkoumat, jak rychle, komfortně, s jakou přesností a spolehlivostí zjistí běžný uživatel průměrky objem dříví v lese, bude-li měřit sám a s pomocí moderních prostředků.

Výsledky práce ukázaly, že pro získání relevantních dat pomocí průměrky *Digittech Professional*, je po procesu samotného měření nutná zpětná korekce základních parametrů, se kterými přístroj počítá. Dále bylo zjištěno, že při získávání dendrometrických dat lze u každého kmene evidovat jeho kvalitu a s těmito daty dále efektivně pracovat. Přesnost přístroje se pohybuje v rozmezí 6 – 8 %.

Klíčová slova: zjišťování porostních zásob, elektronické registrační průměrky, měření dříví, elektronické výškoměry.

Abstract

RYŠÁNEK, Ondřej. *Recent tools for practical forestry mensuration*. Praha: Faculty of Forestry, Wildlife and Wood Sciences, Czech University of Live Sciences Prague, 2013. 73 p. Bachelor Thesis

In the theoretical part this Bachelor thesis contains description of and information about the caliper Digittech professional made by the Swedish company Haglöf, the programme TIMS CZ, which as a part of this device allows a common user to calculate and keep a record of forestry attributes. Another device this paper describes is altimeter Vertex Laser, which is essential for checking the supply of standing timber and detecting information. Other than that, this work takes account of other modern devices used in forestry to survey dendrometric attributes.

Practical part of this thesis consisted in testing the devices listed above on common and dimensionally extreme spruce forest. The text describes the procedure of testing and measurement.

The aim of this thesis was to distinguish how fast, accurately, reliably and comfortably can a common user of a caliper ascertain a capacity of a forest timber, when measuring alone with the use of modern instruments.

The results show that there needs to be an adjustment of the basic parameters used by the device after the process of measurement itself to be able to get relevant data from the Digitech Professional caliper. Furthermore it was discovered that it is possible to keep a record of a quality of a tree trunk while measuring standard dendrometric attributes and to further elaborate these data. Accuracy of the mentioned device ranges from 6 – 8 percent.

Key words: forestry mensuration, programmable computer caliper, timber mensuration, The electronic Clinometers.

Obsah

ÚVOD	11
1. CÍLE PRÁCE	12
2. ROZBOR PROBLEMATIKY	13
2.1. VÝVOJ POMŮCEK K MĚŘENÍ ZÁKLADNÍCH DENDROMETRICKÝCH CHARAKTERISTIK	13
2.1.1. <i>Průměrky pravé, s rameny vzájemně rovnoběžnými</i>	13
2.1.1.1. Jedno rameno pevné, druhé pohyblivé	13
2.1.1.2. Průměrky s oběma rameny pevnými	16
2.1.1.3. Průměrky na holi	16
2.1.1.4. Průměrky druhovací	16
2.1.2. <i>Průměrky pravé, úhlové</i>	16
2.1.3. <i>Průměrky nepravé</i>	17
2.1.3.1. Mechanické	17
2.1.3.2. Digitální.....	17
2.1.4. <i>Další přístroje pro zjišťování dendrometrických veličin</i>	20
2.2. POPIS REGISTRAČNÍ PRŮMĚRKY <i>DIGITECH PROFESSIONAL</i>	23
2.2.1. <i>Hardwarové vybavení</i>	23
2.2.2. <i>Softwarové vybavení</i>	25
2.2.2.1. LatinTax	25
2.2.2.2. LOGSCALE.....	26
2.2.2.3. TIMS CZ	26
2.3. VÝŠKOMĚR VERTEX LASER 400	28
3. METODIKA	31
3.1. POPIS POROSTŮ	31
3.2. MÝTNÍ POROST	32
3.2.1. <i>Výsledky z porostu Mýtní těžby</i>	36
3.3. POROST PROBÍRKY	36
3.3.1. <i>Průměrkování naplno</i>	36
3.3.2. <i>Kruhové zkusné plochy</i>	38
3.3.3. <i>Výsledky objemů porostu probírky</i>	40

4. VÝSLEDKY	42
4.1. VÝSLEDKY OBJEMŮ Z MÝTNÍHO POROSTU	42
4.2. VÝSLEDKY OBJEMŮ Z POROSTU PROBÍRKY	46
4.3. SOUHRN VÝSLEDKŮ	50
5. DISKUZE	52
ZÁVĚR.....	54
SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	55
1. LITERATURA	55
2. OSTATNÍ ZDROJE.....	56
SEZNAM PŘÍLOH.....	58

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Tabulky:

- Tabulka č. 1: Výpočet hlavních vytyčovacích údajů kruhových zkusných ploch podle Halaje (1957) in Korf (1972).
- Tabulka č. 2: Procentuelní odchylka vypočítaných hodnot objemu od hmoty skutečně vytěžené. Porost Mýtní těžby.

Obrázky:

- Obr. č. 1: Relaskop Criterion RD1000 (<http://www.atterbury.com/rd1000.html>)
- Obr. č. 2: Field – Map (Team of Authors, 2007)
- Obr. č. 3: Schéma operačního systému průměrky (Haglöf Sweden AB, 2011)
- Obr. č. 4: Schéma základní organizace programu TIMS CZ (Haglöf Sweden AB, 2011).

Grafy:

- Graf č. 1: Jednotlivé objemy naměřené a spočítané v porostu Mýtní těžby.
- Graf č. 2: Přehled kvality kmenů v porostu Mýtní těžby.
- Graf č. 3: Histogram četností tloušťkových stupňů v porostu Mýtní těžby.
- Graf č. 4: Jednotlivé objemy naměřené a spočítané v porostu probírky.
- Graf č. 5: Grafický přehled kvality vytěžených kmenů v porostu probírky.
- Graf č. 6: Grafický přehled kvality stromů zbylých v porostu probírky.
- Graf č. 7: Grafický přehled podílu výchového zásahu v porostu probírky.
- Graf č. 8: Histogram četností tloušťkových stupňů vytěžených stromů v porostu probírky.

Úvod

Moderní technologie, digitalizaci či používání elektronických přístrojů k usnadnění a zjednodušení práce, lze dnes pozorovat v každém pracovním odvětví i v běžném životě. Je proto jasné, že se digitalizace musela dotknout i jinak poměrně konzervativního oboru, kterým je lesnictví. Když se zaměříme na elementární lesnické činnosti jako je zjišťování zásoby dříví v porostech, inventarizace lesů, jejich taxace, atd., lze konstatovat, že v průběhu posledních dvaceti let se na trhu objevují přístroje, které značně urychlují, zjednodušují a hlavně zpřesňují zmíněné činnosti.

Práci, kterou dříve musela vykonávat početná skupina zaměstnanců, dokáže zastat jeden člověk. Několikeré přepisování naměřených dat na papíry dnes lze elegantně nahradit odesláním dat do počítače, kde jsou automaticky exportována do podoby, která umožňuje jejich další zpracování. Namísto hledání výsledků v univerzálních tabulkách je možné pomocí programovatelných vzorců výsledky naměřených dat odečíst z přístrojů přímo v lese, kde se podle nich lze okamžitě orientovat a rozhodovat. Rychlost získání přesných informací je v každé době cenným artiklem.

Mají-li se moderní technologie vyvíjet rychlým tempem kupředu, je potřeba, aby měly pro konečného zákazníka velkou užitnou hodnotu a aby byly zákazníky hojně využívány. Je nutné optimalizovat výkonnost přístroje s jeho cenou. Jestliže použijeme drahou technologii nebo přístroj, se kterým data naměříme velice přesně a rychle, ale tato data nebudou mít větší praktické použití, je investice do takové technologie evidentně zbytečná. Aby se konečný zákazník nestal obětí marketingových tvrzení, i když u firmy s dobrými referencemi a dlouhou tradicí to jistě nehrozí, je potřeba, aby se dostal k nestranným informacím o produktu. A kde jinde se lze lépe seznámit s cennými informacemi o nejnovějších technologiích v oboru, než na univerzitní půdě.

1. Cíle práce

Smyslem této práce je testovat přesnost, výkonnost a komfortnost měření následujících elektronických přístrojů pro zjišťování dendrometrických charakteristik porostů. Registrační průměrky *Digitech Professional* švédské firmy Haglöf s instalovaným českým programem TIMS CZ v kombinaci s výškoměrem *Vertex Laser* vyrobeným stejnou švédskou firmou. V České republice a na Slovensku existuje pouze několik publikací o technologicky i softwarově výborně propracované, leč poměrně cenově nákladné průměrce *Digitech Professional*. Proto bylo smyslem práce předložit výsledná naměřená data a popsat používání přístroje z hlediska běžného uživatele v praxi. Při testování bylo prioritou vyzkoušet co nejvíce funkcí přístroje v podmínkách, které měly odpovídat běžnému provozu. Práce by měla posloužit jako zpětná vazba od uživatele průměrky a výškoměru adresovaná především programátorům softwaru. Dále práce zkoumá srozumitelnost uživatelské příručky pro koncového zákazníka.

2. Rozbor problematiky

2.1. Vývoj pomůcek k měření základních dendrometrických charakteristik

„Hrúbka priečneho prierezu d je dendrometricky definovaná ako kolmá vzdialenosť medzi dvomi dotyčnicami vedenými rovnobežne v protiľahlých bodoch obvodu prierezu (Šmelko, 2003, str. 50).“

Průměrky pro měření tloušťky kmene konstrukčně odpovídají zmíněné definici. V lesnictví jsou používány od počátku 19. Století, jak zmiňuje prof. Korf ve své publikaci Dendrometrie (1953). Autor se ve zmíněné publikaci celkem podrobně věnuje jednotlivým typům průměrek z historického i funkčního hlediska. Uvádí jednotlivé příklady v časovém rozmezí od počátku 19. stol do druhé poloviny 20. stol.

Literatura dělí průměrky do následujících dvou schémat. V prvním schématu se jedná o průměrky milimetrové, pro měření pokácených stromů a pro použití k vědeckým účelům a průměrky taxační, sloužící pro měření stojících stromů (Šmelko, 2003). Jiná literatura uvádí rozdělení průměrek na vlastní průměrky (pravé), kterými se měří pouze síla kmene a nepravé, které kromě měření průměrů slouží k zjišťování jiných veličin (Korf, 1953). Korfovo dělení dobře popisuje historii vývoje průměrek. Pro přehlednost bude v následujících podkapitolách popsáno.

2.1.1. Průměrky pravé, s rameny vzájemně rovnoběžnými

2.1.1.1. Jedno rameno pevné, druhé pohyblivé

V průběhu let, jak je patrné ze současnosti na území České republiky, se v praxi nejvíce osvědčily průměrky s hranolovitým měřítkem, na které je na levém konci kolmo připevněno pevné rameno. Druhé rameno, které je rovněž kolmé k měřítku, se po stupnici volně pohybuje. Tento typ průměrky více než kterýkoliv jiný vyžaduje několik základních podmínek pro rámcově přesné měření. Stupnice musí být čitelná a správně číslovaná, rameno po stupnici musí mít hladký a plynulý chod, pohyblivé rameno musí být vždy kolmé k pravítku (Šmelko, 2003). Obecné požadavky na průměrku ze strany uživatele jsou pokud možno její co nejmenší hmotnost, snadná dostupnost na trhu, nízká cena, dlouhá životnost (malá míra

opotřebitelnosti) a skladnost. V průběhu vývoje průměrek se výrobci zaměřovali právě na tyto požadavky.

Tyrolská průměrka

Je prototypem všech ostatních konstrukcí. Stupnice je obdélníková, otvor pohyblivého ramene rovněž. Průměrka je vyráběna buď z dobře vyschlého dřeva javoru, buku nebo ovocných stromů, nebo z kovu. Dřevo je lehké, ale i vzhledem k jeho napuštění fermeží nebo lakem při práci ve vlhkých podmínkách bobtná a časem se bortí. Kov je pevný, pro dlouhodobou práci však příliš těžký. Otvor pohyblivého ramene se časem opotřebuje a rameno nesedí přesně ke stupnici, resp. není na ní kolmé.

Česká železná průměrka Šindelářova

Do otvoru pohyblivého ramene, který má větší světlost než jsou rozměry hranolu stupnice, je umístěna pružina nebo pero, které přiléhá na pravítko. Tlak pružiny působící na stupnici lze regulovat pákou. Číslování stupnice jen na třech stranách hranolu. Navíc průměrka obsahuje výškoměrné zařízení. Podle Korfa (1953) byla v praxi poměrně oblíbená.

Průměrka Heyerova

Měřítka má tvar šestibokého hranolu. V objímce pohyblivého ramene s větší světlostí než měřítka je uložen klín přiléhající na měřítka. Klín je možné podle potřeby přitlačovat šroubem, který je instalován na čele objímky.

Průměrka Staudingerova

Pravítko má profil lichoběžníku, stejně jako klín. Funguje na stejném principu jako průměrka Heyerova, avšak šroub přitlačující klín k pravítku je pro snadnější používání umístěn na straně objímky.

Cestovní průměrka Böhmerlova

Objímka pohyblivého ramene je tvořena šikmým výřezem, který umožňuje hladký chod po pravítku. Do šikmého výřezu je vloženo mosazné pero, které při měření zaručuje kolmost ramene k pravítku. Pero je regulováno šroubem. Průměrka je ze dřeva a to v obyčejném provedení, nebo v cestovním provedení, kdy lze pevně

rameno odšroubovat z pravítka. V padesátých a šedesátých letech se hojně používala k měření výčetních průměrů při inventarizaci lesních porostů (Korf, 1953).

Fluryho milimetrová průměrka

Velice přesná průměrka určená pro vědecké účely. Měřítka je dřevěné, okované mosaznými lištami. Princip uchycení pohyblivého ramene je převzatý z modelu Böhmerlovy průměrky. Na pohyblivém rameni se nachází výřez s indexem pro přesné odečítání naměřených hodnot. Úchopové plochy průměrky jsou potaženy kůží.

Jachimovičova průměrka

Jedná se o milimetrovou průměrku určenou opět k vědeckým účelům. Otvor pohyblivého ramene má však opět obdélníkový tvar a je přesně nasedající na pravítka. Vnitřní stěny obdélníkového otvoru jsou obloženy kovovými vložkami, které zamezují opotřebením. U pevného ramene se nachází rukojeť k přirozenějšímu držení nástroje (Korf, 1953).

Krutsch-Loetschova inventarizační průměrka

Průměrka je vyrobena z lehkého kovu. Profil pravítka tvoří písmeno T, čímž je zajištěna kolmost pohyblivého ramene k pravítka bez dalších přidavných mechanismů. Pevné rameno obsahuje kompas a držadlo pro levou ruku, stejné jako u Jachimovičovy průměrky.

Průměrka profesora Gerhardta

Je zkonstruována pro vědecké účely. Vlastní dvě stupnice pro odečítání dvou průměrů kolmých na sebe. První stupnice je klasická, umístěná na pravítka průměrky. Druhá stupnice je umístěná na pohyblivém rameni. Na pevném rameni průměrky je další, třetí otočné rameno, které obepne kmen a protne pravítka na pohyblivém rameni. Ramena tedy kolem kmene tvoří obdélník (Korf, 1953).

Klasická průměrka z lehkých kovových slitin

Není třeba řešit opotřebením materiálu, ani jeho bobtnání, proto není pohyblivé rameno vybaveno žádným aretačním mechanismem. Měřítka mohou mít profil

obdélníkový, nebo nově trojúhelníkový. Pohyblivé rameno často vlastní pružinu pro zařazení naměřené hodnoty. Stupnice jsou jak milimetrové, tak centimetrové.

2.1.1.2. Průměrky s oběma rameny pevnými

Složená ze dvou půlek, kde na každé je kolmo připevněné rameno. Nejčastěji byly vyráběny ze dřeva. Jejich mechanismus spočívá v drážce, na jejímž konci je umístěna pružina. Výhoda těchto průměrek spočívá v možnosti měřit velké průměry s poměrně malým nástrojem, jelikož měřítko se skládá ze dvou zasouvacích částí.

2.1.1.3. Průměrky na holi

Jedná se o zvláštní druh průměrek, které vznikly v lesnické praxi. Obě ramena průměrky jsou sklápěcí a měřítko je umístěno na holi.

2.1.1.4. Průměrky druhovací

Tento typ průměrek sloužil ke snadnému třídění slabého dříví a tyčoviny. Jedná se o dřevěný nástroj ve tvaru V, ve kterém jsou umístěny stupňovité zářezy označené danou tloušťkovou třídou.

2.1.2. Průměrky pravé, úhlové

Konstrukce těchto průměrek je jednoduchá a tudíž velice účelná. Jejich nevýhoda však spočívá v okulárním protnutí přímky: bod, stupnice, kmen nebo kolmost ramena, stupnice, strom. I když je pracovník školený a zkušený, nelze při metodě, kdy se průměrka dotýká kmenu pouze dvěma body, zaručit objektivitu a přesnost. V praxi se používají dvě průměrky úhlové a to Wisiermaßwinkel a Tarifmaßwinkel (Šmelko, 2000). První zmíněný nástroj má dvě ramena, nosné s hrotem vzhůru u měřiče a druhé rameno skloněné pod určitým úhlem k prvnímu rameni. Na druhém rameni je umístěna stupnice. Měřič přiloží průměrku ke kmeni a přes hrot hledá tečnu z druhé strany kmene. Tato tečna pomyslně protne stupnici, na které měřič odečte hodnotu průměru. Další průměrka, která patří mezi okulární, se nazývá Finská parabolická průměrka. Její použití je podobné jako u příkladu Wisiermaßwinkel, avšak měřič po přiložení hledá pomyslnou tečnu rovnoběžnou s nosným ramenem průměrky.

2.1.3. Průměrky nepravé

S požadavkem urychlit a zjednodušit práci v kanceláři i v lese a zároveň zlevnit počet pracovníků, kteří zjišťovali objem dřeva v lese, začaly vznikat průměrky kubírovací a registrační. Průměrka tedy začíná měnit svoji charakteristiku z jednoduchého nástroje na více nebo méně složitý přístroj. Skupina nepravých průměrek neslouží tedy pouze ke zjišťování průměrů, ale také ke zjišťování jiných veličin (zjišťování objemů, ukládání dat, sortimentace stojících kmenů, zaznamenání počtu stromů, statistické funkce ...), případně provádění jiných úkonů (značení změřených stromů ...) (Sequens, 2007).

2.1.3.1. Mechanické

Způsob zjišťování a zaznamenávání veličin probíhá čistě na mechanickém principu. Mechanické průměrky lze dále dělit na dvě skupiny a to na skupinu krychlících a skupinu registrační. Jako příklad krychlící průměrky lze uvést Cábovu. Tělo je vyrobeno z kovu a rukojeť pohyblivého ramene je prodloužena a obsahuje důmyslný systém válečků ke zjišťování kubatury pro různé délky (Korf, 1953). Pohybem ramena se uvnitř rukojeti otáčejí válečky a uvádí kubaturu pro aktuální postavení pohyblivého ramene.

Jako příklad ve skupině registračních průměrek můžeme uvést přístroj Reussův, který má na pohyblivém rameni počítací strojek uváděný do chodu stiskem jehly. Jehla propichuje proužek papíru umístěným na pravítku, a tak označuje změřený průměr (Korf, 1953). Nevýhoda spočívá v namáhavosti propichování bodů na papíře.

2.1.3.2. Digitální

Problém, jak do průměrky zaznamenat data nebo vzorce pro požadované výpočty, bylo možno začít řešit až s vývojem přijatelně malých a levných digitálních přístrojů. Elektronické registrační průměrky jsou malé, ale výkonné počítače. Mají tvar průměrky, digitální displej a omezený počet ovládacích prvků. Jejich pořizovací cena se v České republice pohybuje v cenové relaci 40 – 80 tis. Kč (Urbánek, 2007).

Digitální průměrka pracuje na elektromagnetickém snímání hodnot z pravítka pomocí pohyblivého ramene, které jsou zobrazeny na LCD displeji

a zaznamenány do interní paměti. Displej slouží také ke komunikaci s programovým vybavením průměrky. Mechanická konstrukce přístroje odpovídá klasickému typu tyrolské průměrky. Tělo průměrky je vyrobeno z lehkých slitin, elektrických obvodů a umělých hmot. Elektronická jednotka je napájena dobíjecími bateriemi nebo akumulátory. Podle složitosti digitální registrační jednotky může průměrka provádět určitý počet operací, jejichž výsledky spolu s daty jsou zaznamenány do interní paměti. Naměřené a vypočtené hodnoty lze převést do počítače, čímž se značně zrychlují kancelářské práce (Sequens, 2007).

Výroba těchto přístrojů je zatím poměrně drahá, a proto jejich použití v praxi je možné pouze v efektivním systému ekonomiky prodeje dříví. Vývojem a výrobou těchto přístrojů se zabývá švédská firma Haglöf Sweden AB, americká firma Ben Meadow's a například lichtenštejnská firma Prodotto dalla P.A.V.. V následujícím přehledu je uvedeno několik příkladů průměrek s digitální jednotkou.

DATAFOX

Výrobek lichtenštejnské firmy. Elektronická jednotka průměrky má možnost zaznamenat do vnitřní paměti několik tisíc údajů o průměrech, dřevinách a dalších znacích. Dokáže provést třídění a základní počty s naměřenými hodnotami (Šmelko, 2000).

The Mantax Computer Caliper

Výrobek americké firmy, který zahrnuje vlastní procesorovou jednotku s interní pamětí. Dokáže přesně měřit tloušťky, zaznamenat je a vypočítat taxační parametry lesních porostů, objem a strukturu vytěženého dříví. Patří mezi nejrozšířenější na světě (Sequens, 2007). Spolu s průměrkou DATAFOX zahájily éru digitálních průměrek v Československu (Marušák a kol., 2009).

The Mantax Digitech Caliper

Výrobek švédské firmy. Nejrozšířenější zástupce digitálních průměrek v současnosti, kterou vlastní všechny lesní správy státního podniku Lesy České republiky. Na trhu se objevila v roce 2002. Její úspěch je patrně výsledkem konstrukce průměrky, protože se jedná jednoduchý, odolný a pro koncového uživatele relativně levný přístroj. Data ukládající se do paměti nejsou závislá na elektrické energii (Marušák a kol., 2009). Vytváří jednoduchý seznam změřených

kmenů se základními údaji, jako jsou dřevina, průměr, výška. Pro bezdrátový přenos dat obsahuje funkci bluetooth. Nevýhodou této průměrky je jednořádkový a poměrně nepřehledný displej s nutností důkladného seznámení se s uživatelským manuálem a schématem programu.

The Digitech Professional Caliper

Rovněž výrobek švédské firmy. Jedná se o programovatelnou průměrku, kdy výsledky jejího měření lze na širokém displeji vidět už rovnou v lese. Do terminálu průměrky lze nahrát různé programy podle požadované funkce užití. Nejčastěji to jsou programy pro měření a výpočet dendrometrických veličin ležícího i stojícího dříví (např. program TIMS CZ), programy pro kalibraci měřící jednotky harvesterů s adaptérem čtečkou čárových kódů program pro evidování naměřených kusů v hráních (Haglöf Sweden AB, 2011). Stupnice průměrky je vyměnitelná a má sklopná ramena pro snadnější transport. Digitální jednotka je pojata jako terminál, který lze používat i nezávisle na průměrce jako robustní přenosný počítač (Marušák a kol., 2009). Je konstruován multifunkčně, kdy vstupní data mohou pořizovat nejrůznější adaptéry na které je připevněn. Terminál je vybaven funkcemi bluetooth a infraport pro bezdrátovou komunikaci s výškoměrem, GPS jednotkou nebo počítačem.

Výhodou tohoto přístroje je možnost volby vlastního programu, intuitivní ovládání pěti funkčními tlačítky, přehlednost, multifunkčnost nebo možnost připojení velké škály adaptérů. Nevýhodou je vysoká pořizovací cena, která se pohybuje od sedmdesáti tisíc korun výše, v závislosti na množství pořízených adaptérů k terminálu.

V následující práci budeme rozebírat a zkoumat funkce, využití, efektivnost a přesnost právě této průměrky.

Masser Racal TWC

Vyráběná finskou společností Savcor. Tento přístroj nemá klasická ramena průměrky. Má dvě ramena, která se rozevírají do kružnice. Pomocí kolových snímačů resp. podle úhlů, které ramena svírají, software vypočítá průměr kmene. Díky nevhodně vyřešené konstrukci ramen lze měřit průměry do dvou metrů šířky, což by s klasicky řešenou průměrkou nebylo zcela komfortní (Marušák a kol., 2009). Nevýhodou této konstrukce může být nesourodá borka na různých dřevinách, která při roztahování ramen přístroje ovlivní velikost průměru kmene.

2.1.4. Další přístroje pro zjišťování dendrometrických veličin

Relaskop Criterion RD 1000

Výrobek firmy LASER TECHNOLOGY. Přístroj dokáže zobrazit zaujaté stromy na ploše, určit hraniční stromy a umožňuje určit výšku kmene, ve které se nachází požadovaná tloušťka, která se zadá do relaskopu před začátkem měření (Flidr, 2007). Je možné ho kombinovat s laserovým dálkoměrem. Naměřená data lze odeslat do počítače.

Obr. č. 1: Relaskop Criterion RD 1000 (<http://www.atterbury.com/rd1000.html>)



Aplikace DendroScanner

Autorem této aplikace je Ing. René Tauber. Metoda spočívá v odečtení průměrů kmene z digitální fotografie, nebo zadáním hodnot z dendrometru Criterion. Počítačový program po zadání vstupních dat, tedy hodnot dendrometru nebo pixelů fotografie, modeluje tvar kmene na základě regresní analýzy průběhu kmenových profilů (Flidr, 2007). Základními hodnotami pro výpočet, které je třeba mimo pořízení fotografie měřit, je výčetní tloušťka, výška, vzdálenost od místa pořízení snímku ke stromu a sklon. Měření se v programu provádí snímáním dvou bodů okrajů viditelné části kmene. Podle naměřených hodnot viditelné části kmene se dopočítávají hodnoty částí kmene, které nejsou vidět. Při změření dostatečného počtu vzorníků (pro jednu dřevinu 12 kmenů) program provede výpočet funkce typického tvaru kmene pro danou skupinu stromů (Tauber, 2007). Metodu získávání

dendrometrických veličin tímto způsobem lze uplatnit při nedestruktivním měření stojících kmenů objednaných u zákazníka tzv. na míru.

Dálkový průzkum Země

Satelitní snímání povrchu Země ve světě zaujímá stále větší procento využití v mapování a klasifikaci rozsáhlých lesních porostů. Tuto metodu je výhodné použít při zjišťování dendrometrických veličin mohutných lesních komplexů, které jsou mnohdy nepřístupné. Technologie mohla vzniknout až po vývoji výkonných počítačů a softwaru, který zpracovává obrovské množství digitálních informací najednou. Dále bylo zapotřebí rozvoje přístrojů a objektivů pořizujících snímky s velmi vysokým rozlišením, které bylo možno následně umístit do družic nebo do letadel.

Díky technologii dálkového průzkumu Země je lesní hospodářství schopno získat poměrně relevantní a kvalitní informace o nepřístupných rozsáhlých lesních porostech. Mimo jiné dendrometrické charakteristiky získané pro rozsáhlé komplexy lesů tímto způsobem, vyjdou lesní hospodářství mnohem levněji, než kdyby byly zjišťovány standartním způsobem ze země (Van Laar, Akca, 2007).

Technologie FieldMap

Přístroje technologie FieldMap měří automaticky a kontinuálně vzdálenost k překážkám v daném směru spolu s vertikálními a horizontálními úhly. Při měření stejné skupiny stromů ze dvou měřících stanovišť se získá trojrozměrný model kmene, podle kterého lze rekonstruovat jeho profil (Fabrika and Pretsch, 2012). Jedná se v současné době o nejmodernější technologii měření lesa, vyvinutou společností IFER – Monitoring and Mapping Solutions, s.r.o. Česká republika. Technologie získává prostorové údaje o lese v aktuálním čase, bez potřeby dodatečné editace a s kontrolou při vkládání naměřených údajů (Marušák a kol., 2009). V České republice byla tato technologie použita např. k inventarizaci lesa (2001 – 2004), k inventarizaci škod zvěří v České republice nebo byla použita jako metodika sortimentace porostů nastojato pro Lesy České republiky, s.p. (IFER, 2013). Přístroj se skládá z více komponentů, jako jsou laserový dálkoměr pro měření vzdáleností a vertikálních úhlů, terénní počítač pro ukládání dat, stativ, zdroje napětí, kompas, PC, soustava odrazek, úchytek a výtyček. Elektronickou průměrkou se měří tloušťky a přenášejí se do terénního počítače. Jako lokalizátor polohy slouží GPS přijímač.

Technologie minimalizuje počet chyb, které mohou vzniknout při terénním šetření. Snižuje se časová náročnost při zaměřování polohy a okolních stromů nebo při měření výšek. Lze provést měření rozsáhlé plochy s vysokou mírou přesnosti a velice efektivně (Team of Authors, 2007).

Obr. č. 2: Field – Map (Team of Authors, 2007)



2.2. Popis registrační průměrky *Digitech Professional*

2.2.1. Hardwarové vybavení

V následující kapitole bude popsáno základní hardwarové vybavení terminálu a stupnice průměrky *Digitech Professional*. Základní vybavení průměrky se skládá ze stupnice a terminálu, který lze ke stupnici připevnit půlkulovým ručně manipulovatelným šroubem. Stupnice lze zvolit podle rozsahu průměrů měřeného porostu. Pro daný terminál se vyrábějí stupnice s rozsahem 50, 65, 80, 95 a 102 cm (Haglöf Sweden AB, 2011). Při změně stupnice je nutná kalibrace, při které roztáhneme pohyblivé rameno na nejvyšší možnou hodnotu a zkontrolujeme, zda displej ukazuje hodnotu, na které se rameno nachází. Stiskneme Enter.

Jestliže průměr některého z měřených stromů je větší než rozsah námi použité stupnice, programové vybavení *Digitech Professional* dokáže řešit takový případ pomocí tzv. duplicitního měření (Marušák a kol., 2009). Nejprve se odměří 500 mm, hodnota se potvrdí v průměrce a na stromě se označí místo, kde skončil rozsah ramen. Od onoho místa se měří dále po šíři stromu. Průměrka obě naměřené hodnoty sečte do jednoho čísla, které do ostatních výpočtů a evidencí vstupuje samostatně.

Stupnice průměrky je vyrobena z hliníku a obsahuje elektronické komponenty (Marušák a kol. 2009). Na milimetrové pravítko přisedají dvě sklopná ramena, přičemž pravé je pohyblivé. Ramena lze v případě potřeby uzamknout v sevřené pozici. Uvolnění se provede stisknutím zámku a roztáhnutím ramen (Haglöf Sweden AB, 2011).

Počítač se ovládá pěti robustními tlačítky, které jsou velikostí přizpůsobené i pro ovládání v rukavicích. Čtyři směrová (horní, dolní a levé, pravé) slouží pro výběr v menu terminálu. Horním a dolním tlačítkem se posouváme v menu a měníme alfanumerické hodnoty. Levé a pravé tlačítko slouží k výběru varianty v menu, změně hodnoty nebo k posunu kurzoru v horizontálním směru (Marušák a kol., 2009). Páté tlačítko je červený Enter, který slouží k potvrzení buď naměřených hodnot, nebo zvolenému výběru v menu. Dále slouží otevření pole, pro vkládání údajů a pro zapnutí průměrky. Dvojice směrových tlačítek dále slouží k rychlému přístupu k často opakovaným operacím, které jsou znázorněny piktoramy vždy mezi dvojicí. Jedná se o univerzální funkce, které jsou přístupné ve více různých

programech (Haglöf Sweden AB, 2011). Kombinací levého a horního tlačítka vypneme průměrku, kombinací horního a pravého aktivujeme podsvícení displeje. Zkombinujeme-li pravé a dolní tlačítko, aktivujeme příjem dat pomocí IR portu například z výškoměrů řady *Vertex*. Stiskneme-li dolní a levé, opustíme aktuální úroveň v menu a vrátíme se o krok zpět. Do základního operačního systému průměrky lze nahrát určitý počet různých programů. Chceme-li například vypnout program a vrátit se do základního modu operačního systému průměrky, stiskneme všech pět tlačítek najednou. Tato operace se nazývá „soft reset“.

LCD displej terminálu dosahuje rozlišení 128x64 pixelů. Podle potřeby a podmínek lze aktivovat jeho podsvícení. Při pravém kraji displeje jsou vyobrazeny informační ikony, které zobrazují, zda je aktivováno podsvícení nebo funkce bluetooth, zda se baterie nabíjí a v jakém je stavu.

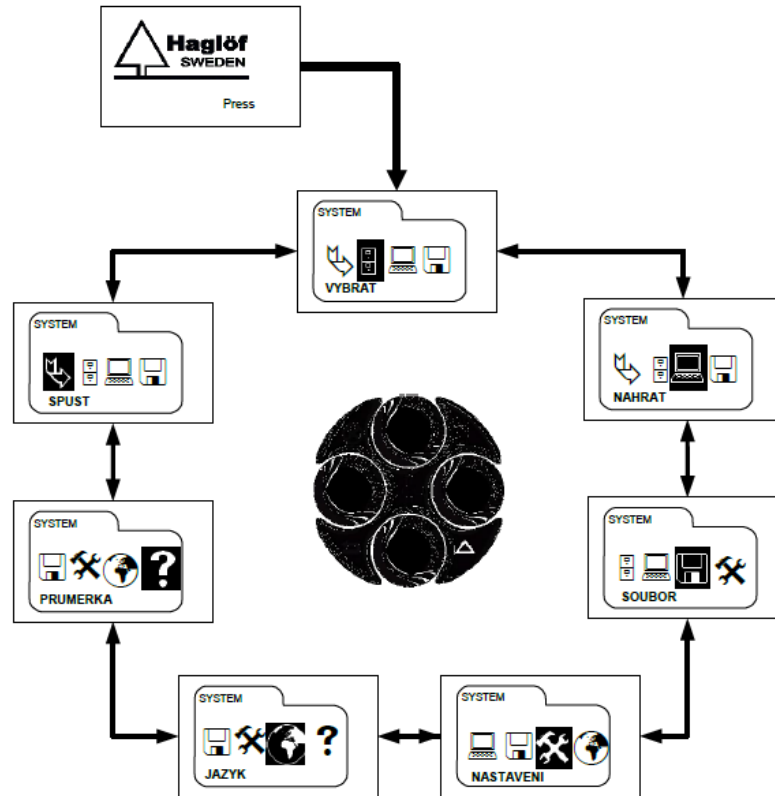
Terminál průměrky využívá dvě zabudované NiHm baterie, které se dobíjí přes adaptér (Marušák a kol., 2009). Baterie jsou plně dobity po třech hodinách a vydrží pracovat bez podsvícení displeje téměř týden bez dobití. Životnost baterií je cca 1000 cyklů dobití. Paměť, do které jsou zapisována naměřená data, je nezávislá na stavu baterie. S vybitím baterií se data neztratí.

Registrační průměrka *Digitech Professional* pracuje s funkcí bluetooth. Funkce umožňuje přenést data naměřená externím přístrojem (GPS přijímačem, výškoměrem např. z řady *Vertex Laser* nebo čtečkou čárových kódů) a přiřadit je k požadovaným objektům měření. Po transferu průměrka přijatá data používá k požadovaným výpočtům. Průměrka před samotným spárováním se s externím přístrojem vyhledá a na displeji zobrazí všechna viditelná zařízení v okolí, ze kterých je možno vybrat ten požadovaný (Marušák a kol., 2009). Pro spárování obou přístrojů je třeba zadat do průměrky klíč, který je uváděn v manuálu připojovaného zařízení, nebo je standardně používán kód 1234. Při opakovaném použití stejného přístroje je spárování již v paměti průměrky.

Operační systém terminálu umožňuje provoz všech aplikací a zajišťuje funkci všech HW součástí přístroje, tzn. portů, displeje, tlačítek, dvou HD disků, atd. (Haglöf Sweden AB, 2011). Na jednom z disků je uložen operační systém a vložené programy, kterých může být zároveň nahráno až 100. Softwarové aplikace se nahrávají přes USB/sériový kabel nebo pomocí funkce bluetooth. Na druhý disk se ukládají naměřená data. Terminál obsahuje navíc paměť RAM, kterou využívá

spuštěný program. Jak již bylo řečeno, ze spuštěného programu se do operačního systému dostaneme „soft resetem“ tj. stlačením všech pěti tlačítek najednou.

Obr. č. 3 : Schéma operačního systému průměrky (Haglöf Sweden AB, 2011)



2.2.2. Softwarové vybavení

Registrační průměrka *Digitech Professional* je výrobcem koncipována jako multifunkční zařízení pro plnění několika velice specifických taxačních úkonů. K tomu slouží po hardwarové stránce různá přídatná příslušenství a po stránce softwarové množství programů a aplikací. Aplikace a programy je nutno do operačního systému průměrky nahrát přes PC, ve kterém je nutno mít nainstalovaný program WinDP. Jako existující programy lze jmenovat LatinTax, LOGSCALE a TMS CZ.

2.2.2.1. LatinTax

LatinTax je jednoduchý a univerzální program pro běžné měření stojícího dříví. Naměřená data ukládá jako jednoduché soubory pro archivaci, nebo s nimi pracuje přímo na místě v lese, kde dokáže vypočítat, kolik dříví a v jaké struktuře se na

měřené ploše nachází. Pro jednoduchost a rychlost obsluhy používá předdefinované listy, do kterých navolíme měřené dřeviny, plochu a název. Přijímá a pracuje s přijatými daty výškoměru *Vertex* i *Vertex Laser* (Marušák a kol., 2009).

2.2.2.2. LOGSCALE

LOGSCALE je používán pro měření ležícího dříví. Od LatinTax se liší vkládáním vstupních hodnot. Namísto tlouštěk měřených v prsní výšce vstupují do výpočtu středové tloušťky a místo výšek délky výřezů nebo celých kmenů. Program kalkuluje objem výřezů a kmenů na základě vzorce pro měření objemu válce. Stejně jako u předchozího softwaru LOGSCALE zobrazí výsledky přímo na místě, nebo je dokáže odeslat do PC k dalšímu zpracování. Eviduje druh dřeviny, kvalitu a množství. Program dokáže navolit měření s kůrou a měření bez kůry. Při používání čárových kódů k identifikaci výřezů lze do programu pomocí čtečky čárových kódů tyto výřezy evidovat společně s jejich rozměry a kvalitami (Marušák a kol., 2009).

2.2.2.3. TIMS CZ

TIMS CZ je oproti předchozím programům mnohostranný a lze jím měřit jak stojící dříví, tak dříví v hraních nebo dříví ležící. Byl vytvořen přímo pro průměrku *Digitech Professional* v roce 2011. Zkratku TIMS lze volně přeložit jako Systém pro měření a evidenci dříví (Haglöf Sweden AB, 2011). Program ukládá data do přehledných souborů podle toho, jestli byl vybrán mód pro stojící stromy (NASTOJATO), ležícího dříví (VÝŘEZY) nebo pro měření hrání (HRÁNĚ).

Při měření výřezů lze pro každý kus registrovat jeho délku (vkládanou po změření pásmem), dřevinu z předvolených zkratek, středovou tloušťku kusu, tloušťku kůry (pro každý výřez/dřevinu zvlášť nebo pro všechny výřezy), kvalitativní třídu a informaci, zda se jedná o oddenkový kus. Tloušťku kůry lze po měření zpětně ručně upravovat. Objem výřezů je počítán pomocí Huberova vzorce s využitím srážky na kůru (Haglöf Sweden AB, 2011).

Jestliže používáme mód hrání, terminál registruje jejich výšku, šířku a délku. Po změření několika výšek u jedné hrání průměrka vypočítá její průměrnou výšku. Prostorové metry se na metry kubické přepočítají zadaným koeficientem. Ke každé hrání lze přiřadit GPS souřadnice, což by mělo usnadnit logistiku a lokalizaci odvozního místa.

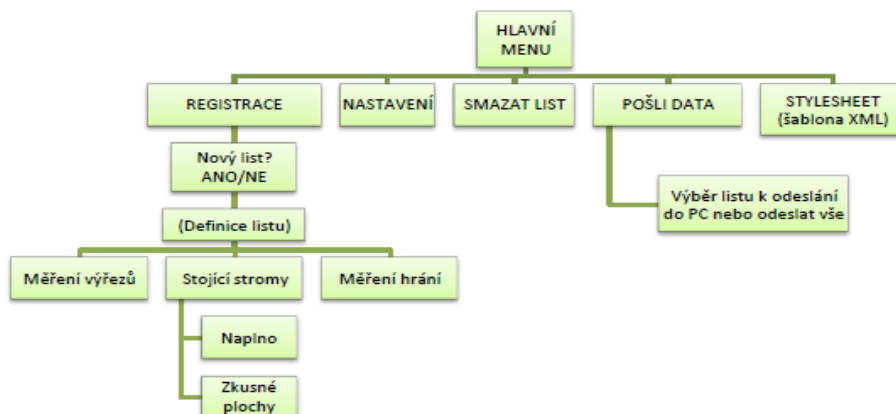
Při volbě módu měření nastojato průměrka registruje parametry, jako jsou dřevina, výčetní tloušťka, kvalitativní třída a výška. V tomto módu nabídne program uživateli možnosti, zda měřit celý porost svěřkováním naplno, nebo zda zásobu porostu statisticky zjistit metodou kruhových zkusných ploch. V případě zkusných ploch je výsledek přepočten na plochu 1 ha porostu.

TIMS CZ u průměrkování naplno a v případě kruhových zkusných ploch počítá objem z následujících proměnných. Z tloušťky, kterou průměrka přepočítá na kruhovou základnu. Z vyrovnané výšky, jestliže do programu navolíme neměřit všechny výšky v lese a máme alespoň dvě hodnoty pro dřevinu (průměrka automaticky vyrovná výšky grafikem). Z výtvarnice, kterou získáme pro danou oblast buď od pracovníků UHÚL, nebo kterou vypočítáme na základě rozsáhlejších měření v růstově podobném porostu. Výtvarnici vkládáme při zakládání a definování nového souboru/listu. Výsledný vzorec při použití výtvarnice tedy je $v = g * h * f$. U kruhových zkusných ploch je tento vzorec dále přepočítán na plochu (1 ha). Program výsledné objemy vypočítá v kůře, neboť lesní hospodářství na území českých zemí eviduje podle Doporučených pravidel (2008) objem stojícího dříví v kůře, kdežto objem ležícího dříví eviduje bez kůry. Kůru dřeviny lze výpočtem odstranit pomocí redukčního koeficientu uvedeným ve vyhlášce 84/1996 sb. Při kancelářských úpravách a porovnávání s ležícím dřívím je tedy potřeba výsledný objem tzv. srazit na kůru. Dále podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví (2008) se evidované hodnoty průměrů ležícího dříví zaokrouhlují směrem k nule.

Dále program umožňuje měřený porost/zkusné plochy zobrazit pomocí souřadnic na digitální mapě. Po obchůzce měřeného území s GPS přijímačem program dokáže přímo v lese vypočítat plochu zájmového území. Měřené území lze pomocí internetové aplikace Google Earth přesně vymezit na digitální mapě.

V neposlední řadě TIMS CZ podporuje pořizování dat pomocí připojitelné čtečky čárových kódů (Barcode scanner), elektronického pásma (Digitech Tape), výškoměrů (VERTEX/VERTEX LASER), přijímače zeměpisných souřadnic GPS (Haglöf Sweden AB, 2011). Data lze přenášet pomocí bluetooth nebo přes IR port.

Obr. č. 4: Schéma základní organizace programu TIMS CZ (Haglöf Sweden AB, 2011).



2.3. Výškoměr Vertex laser 400

Přístroj je určený k měření výšek, vzdáleností a úhlů. Je opět multifunkčním zařízením a vznikl spojením dvou technologií. První je úhломěrná a ultrazvuková část, která pochází z koncepce předchozích výškoměrů typu *Vertex*. Druhá část přístroje je tvořena běžným laserovým dálkoměrem. Vzdálenosti jsou tedy zjišťovány pomocí laseru a ultrazvuku, úhly pro automatický trigonometrický výpočet výšky jsou zjišťovány pomocí úhломěrného senzoru (Marušák a kol., 2009). Obě části, ultrazvuková a laserová, dohromady spolupracují na základě zvoleného programu.

Laserová jednotka vysílá neviditelné a neškodné impulsy, které se odrážejí od objektu uživatelem opticky zaměřeným. Vzdálenost přístroj počítá na základě rozdílu času mezi vyslaným a přijatým laserovým pulsem. Paprsek je uživatelem zaměřován dalekohledem s osminásobným zvětšením, do kterého je zabudovaný LCD displej se záměrným křížem, digitálním číselníkem a indikátorem stavu baterie.

Měření laserovým dálkoměrem lze provádět až na stovky metrů daleko. Přesnost se pohybuje od 30 cm do 1 m v závislosti na atmosférických podmínkách. Zjišťování vzdálenosti tímto způsobem je velice rychlé a jednoduché, protože není nutné na cíl umísťovat jakoukoliv odrazku paprsku. Zároveň je ale potřeba dbát na to, aby se mezi emitorem/přijímačem paprsku a požadovaným cílem nevyskytovala překážka. Na lokalitě např. s bujným podrostem hrozí nebezpečí, že se paprsek

neodrazí od kmene stromu, ale od náhodného listu nebo větve a výslednou vzdálenost přístroj určí nesmyslně.

Nebezpečí náhodného objektu v trase měření se lze vyhnout při použití druhé části přístroje, ultrazvukového dálkoměru *Vertex*. Ten poskytuje přesnější výsledky a zároveň dokáže zaměřit i špatně viditelný cíl. Jeho přesnost se pohybuje v řádech několika decimetrů, avšak jeho nevýhodou je nutnost umístění elektronické odrazky (transponderu) na měřený objekt. Zároveň se jeho dosah pohybuje v rozmezí několika desítek metrů. V hustém podrostu je přesto použití ultrazvuku jedinou možnou variantou, jak změřit vzdálenost až už k patě měřeného kmene, nebo k vytyčení středu kruhové zkusné plochy (Marušák a kol., 2009).

Ultrazvukový dálkoměr je potřeba kalibrovat každý nový den měření a při změně atmosférických podmínek. Smyslem kalibrace je srovnání vzdálenosti naměřené ultrazvukovým dálkoměrem se známou vzdáleností. Nejčastěji se používá geodetické pásmo a vzdálenost 10 metrů, kdy je transpoder na jednom konci a přístroj na konci druhém. V menu přístroje se navolí funkce *Calibrate*, přičemž samotná korekce vzdálenosti proběhne automaticky. Nejprve se objeví aktuální naměřená, která je většinou rozdílná od 10 metrů, poté se automaticky opraví na vzdálenost 10 metrů.

Transpoder aktivujeme podržením přístroje před odrazkou a dlouhým stlačením klávesy *Shift* umístěné na straně přístroje. Tlačítko držíme do akustického signálu značícího aktivaci. Elektronická odrazka začne vysílat ultrazvukové pulsy, které lze slyšet jako jemné pípání.

Vertex laser 400 má na levé straně těla zabudovaný LCD displej, který zobrazuje navolenu funkci a naměřené hodnoty. Přístroj se ovládá třemi tlačítky. *Power* a *Mode*, které jsou umístěné na horní části těla a již zmíněným tlačítkem *Mode*. Boční tlačítko *Shift* se používá při měření vzdálenosti ultrazvukem a při volbě položek v uživatelském menu (Marušák a kol., 2009). Horní klávesa *Mode* slouží k měření úhlů, volbě délkových jednotek a k přenosu dat vestavěným infraportem do dalšího zařízení. Tlačítko *Power* aktivuje funkci laserového dálkoměru. Kombinací kláves *Power* a *Mode* přístroj vypneme.

Přístroj je vybavený jednoduchým softwarem, který umožňuje navolit parametry a typy měření. Výsledky délek mohou být zobrazeny v metrické nebo v angloamerické délkové soustavě. Úhlové jednotky mohou být ve stupních, gonech nebo v procentech. Při použití ultrazvuku lze navolit referenční výšku, do které umístíme transpoder a která má obvykle hodnotu 1,3 metru.

Výšku *Vertex laser 400* měří čtyřmi základními způsoby, které jsou označeny následujícími způsoby. Výška měřená laserem pomocí jedné záměry. Výška měřená pomocí tří záměr („Heigh 3P“), výška měřená pomocí dvou záměr („Heigh 2P“) a výška měřená pomocí dvou záměr („Heigh 2PL“) (Marušák a kol., 2009).

Jestliže měříme výšku pomocí jedné záměry, je nutné, aby se měřič i měřený objekt nacházeli na rovině. Přístroj změří výšku objektu pomocí jedné záměry na vrchol objektu a pomocí vzdálenosti od objektu, ve které se přístroj nachází. Boční displej po dokončení měření zobrazí šikmou vzdálenost (SD), horizontální vzdálenost (HD), výšku bodu od horizontální roviny (H) a vertikální úhel v nastavených jednotkách (DEG).

Metodou „Heigh 3P“ umístíme záměry na tři body, přičemž se kombinuje ultrazvuková a laserová část přístroje. Šikmá vzdálenost a vertikální úhel k objektu jsou měřeny laserem. Úhel k patě a vrcholu stromu jsou poté měřeny ultrazvukem.

Metodou „Heigh 2P“ zaměřujeme dva body na měřeném objektu. Při této metodě se používá tzv. referenční bod, kdy se na objekt v určité referenční výšce (např. 1,3 m) umístí transponder. Vzdálenost a úhel od referenčního bodu lze měřit laserem i ultrazvukem. Po zaměření přístroje na transponder zaměříme vrchol objektu. Výsledné hodnoty se zobrazí na bočním displeji.

Funkcí „Heigh 2PL“ umístíme záměry na dva body, přičemž používáme pouze laser. Přístroj měří vzdálenost a úhly k patě a vrcholu objektu (Marušák a kol., 2009).

Měření výšek a úhlů probíhá vždy podobným způsobem. Např. u metody „Heigh 2PL“ se nejdříve umístěním záměrného kříže zaměří vzdálenost, čili bod na objektu přibližně v očích měřiče. Stlačíme klávesu *Mode*. Záměrným křížem poté zamíříme na patu objektu a zmáčkneme tlačítko *Power*. Přístroj vyše akustický signál a záměrný kříž začne blikat. Nakonec záměrný kříž umístíme na vrchol objektu a opět stlačíme klávesu *Power*. Naměřená hodnota je signalizována akustickým signálem a na displeji se objeví výše popsaným způsobem výsledky.

3. Metodika

3.1. Popis porostů

Pro měření byly vybrány dva porosty v LHC Kladská. Lesní hospodářský plán L.Z. Kladská měl rok před dokončením decénia a téměř ve všech porostech LHC Kladská byl již proveden stanovený počet zásahů. Mimo to údaje o porostní zásobě na základě lesního hospodářského plánu byly již pro práci nepoužitelné. Ing. Volfem z L.Z. Kladská byly vybrány tři porosty, které bylo možné změřit moderními prostředky a které byly po změření vytěženy. Ke každému porostu Ing. Volf poskytl porostní mapy, výpisy z lesní hospodářské knihy a kopie číselníků evidovaných lesníkem. Změřeny a porovnány byly z organizačních důvodů pouze dva porosty.

Podle popisu LHP (2004 – 2013) se první porost nacházel v lesní oblasti 3 – Karlovarská vrchovina, LHC 1212 Kladská, v oddělení 471, dílci C. Jednalo se o porostní skupinu 13c se stoprocentním zastoupením smrku ve věku 130 let. Právo hospodařit s majetkem státu zde mají LČR, s.p.. Nemovitost je v KN evidována pod parcelním číslem 1251/1 v druhu pozemku lesní pozemek se způsobem ochrany nemovitosti PUPFL, rozsáhlé chráněné území (CHKO Slavkovský les) a ochranné pásmo vodního zdroje II. stupně. Katastrálním územím i obcí jsou Mariánské Lázně. Terén je mírně skloněn k JZ. Lesní porost byl na základě zákona 289/1995 sb. v platném znění zařazen do kategorie lesa zvláštního určení subkategorie 32a - lesy v 1. zóně CHKO a subkategorie 31b – lesy v ochranném pásmu zdrojů přírodních léčivých a stolních minerálních vod. Do části porostu o rozloze 0,13 ha byla umístěna mýtní těžba. Jelikož se jednalo o přestárlý porost se zakmeněním 8 a absolutní výškovou bonitou 30, vyskytovaly se zde jednotné i srostlé kmeny s průměrnou šířkou 66 cm a výškou přes 31 m (LHP 2004 – 2013). Na tomto extrémním porostu bylo výzvou zjistit, s jakou chybou moderní přístroje měří, jestliže jsou provozní podmínky neobvyklé, resp. když kmeny stromů nemají pravidelný tvar. Naměřená data zde byla porovnávána se skutečným množstvím hmoty vytěženého dříví.

Druhý porost se nacházel podle popisu LHP (2004 – 2013) opět v lesní oblasti 3 – Karlovarská vrchovina, LHC 1212 Kladská, v oddělení 470, dílci B. Porostní skupina 08 byla ze sta procent zastoupena smrkem ve věku 80 let. Lokalita se nacházela 350 m JV od prvního porostu. Nemovitost je v KN evidována pod parcelním číslem 1295. Terén je mírně skloněn k jihu. Les byl zařazen do stejné

kategorie jako porost předchozí a stejných subkategorií, tedy 32a a 31b. Do celého porostu o naměřené rozloze 1,42 ha byla umístěna výchovná těžba. I když podle LHP měl porost 80 let věku, zřejmě se mu na daném stanovišti příliš nedařilo, a proto byl při zakmenění 9 poměrně hustý s průměrnou tloušťkou 30 cm a výškou 24 m (LHP 2004 – 2013). V probírce bylo možno vyzkoušet, s jakou přesností lze měřit za pomoci přesných moderních přístrojů objem výchovného zásahu před vytěžením. Naměřená data byla porovnáována s vytěženou hmotou dříví.

Měřené porosty byly pracovními pojmenovány podle způsobu těžeb, které v nich byly po měření prováděny. První byl nazván Mýtní porost, druhý byl nazván jako Porost probírky. Porost probírky byl rozdělen na dvě části, vzdálené od sebe v terénu přibližně 200 metrů. Měření v těchto částech probíhalo odděleně, výsledné hodnoty se později sečetly, aby je bylo možno porovnat se skutečně vytěženou hmotou.

V každém z porostů byly prováděny následující měření. Průměrkování naplno, zjišťování objemu porostu pomocí 5-ti arových zkusných ploch.

Měření bylo prováděno za použití následujících pomůcek. Terminál průměrky *Digitech Professional* s programem TIMS CZ v1.57, 90 a 65 centimetrová stupnice elektronické průměrky pro porost mýtní těžby, 65 centimetrová stupnice pro porosty probírek, výškoměr *Vertex Laser*, transponder – aktivní elektronická odrazka pro vytyčení kruhových zkusných ploch s kombinací ultrazvukového signálu přístroje *Vertex Laser*, výtyčka pro umístění transponderu, GPS přijímače.

3.2. Mýtní porost

Přístroje a pomůcky použité při měření: Průměrka *Digitech Professional*, výškoměr *Vertex Laser*, přijímač GPS signálu, značkovací sprej.

Nejprve byly zjišťovány dendrometrické veličiny u Mýtního porostu. Jednalo se o přesílený smrkový porost v průměrném věku 130 let, na ploše téměř dvaceti arů. Byl zde častý výskyt srostlých stromů od paty kmene tzv. dvojáků, v několika případech i trojáků. Takto srostlé stromy byly z důvodu přesnosti výsledků měřeny jednotlivě. U některých stromů byl však jejich srůst výše než 1,3 m nad zemí. Jejich průměr byl tedy změřen v prsní výšce s nutností další matematické korekce. Jednotlivé stromy byly očíslovány značkovacím sprejem čísly od 1 do 32. Před

samotným měřením v rámci seznámení se s porostem, bylo nutné plochu Mýtní těžby obejít se zapnutým přijímačem GPS signálu. Ten naměřené souřadnice okamžitě přes funkci bluetooth odesílal do průměrky. Při potvrzení v průměrce, že se jedná o poslední přijaté souřadnice, program TIMS CZ automaticky vypočetl výměru, na které se porost rozkládal a výsledek uložil složky měřeného porostu. Její založení je popsáno o odstavce níže.

V průběhu samostatného měření byla nejprve změřena tloušťka dřeviny elektronickou průměrkou *Digitech Professional* s devadesáticentimetrovou stupnicí.

Do programu TIMS CZ nahraného do terminálu, průměrky byly zadány a navoleny následující parametry.

Registrací byl vytvořen nový list (datový soubor) s názvem Mýtní těžba. Tento list byl otevřen a v záložce *Předdef. list* na kartě *Parametry Listu* byly podle kopie lesní hospodářské knihy pro dané území vyplněny kolonky nabízené průměrkou. Kurzor bliká na řádku a pomocí šipek a potvrzením červeným tlačítkem enter lze jednotlivě vybrat všechna písmena, čísla a mezeru. Podle daných kolonek lze přesně identifikovat porost v lesní hospodářské knize potažmo v mapě. Jednalo se o kolonky *LHC, Datum, Oddělení, Dílec, porost, porostní skupina*. Typ měření byl určen jako *Stojící stromy* a dále *Průměrkování naplno*. Dále program požadoval určit, zda měření výšky bude prováděno u všech stromů, nebo pouze u reprezentativních jedinců. Vzhledem k malé četnosti stromů na ploše byla vybrána volba *Měřit výšky u všech stromů*. Kvůli velké variabilitě zastoupených vzorků byl do terminálu zadán požadavek pro měření průměrů křížem, tj. na jeden strom dvě na sebe kolmé měření průměru. Program nabízí rozšířené specifikum této funkce, kdy lze nastavit Limitní hodnotu průměru. Pouze při překročení této hodnoty bude otevřeno pole pro změření průměru kolmého na první hodnotu.

V našem případě v porostu mýtní těžby nebyla tato funkce využita a Limitní hodnotou průměru byla 0.

Takto definovaný list lze ještě upravovat ve speciálním menu pod kartou *Dřeviny*. Zde lze do programu zadat výtvarnici – v našem případě byla zadána hodnota 0,500 s úmyslem další nutné korekce, výtvarnicovou výšku a tloušťku kůry.

Nově vytvořený datový list *Mýtní těžba* byl dále upravován v hlavním menu na kartě *Nastavení*. Zde je možné nastavit zkratky dřevin, které bude uživatel při měření volit. V našem případě byl zvolen pouze smrk SM. Ostatní dřeviny, které průměrka nabízí, je třeba deaktivovat, aby během měření nezdržovaly postup při

vyhledávání té správné položky. TIMS CZ nabízí 19 předvolených dřevin s možností dalších úprav názvu a dvacátou nedefinovanou položku ostatní *Ost*.

Obdobným způsobem lze ve stejném hlavním menu datového souboru nastavit třídy kvality dřevin. Označení kvality lze navolit podle potřeby v daném porostu. Průměrka eviduje až 20 zkratk. Třídy kvality u měřeného porostu byly zvoleny následovně, *1kmen*, *2kmen* pro tzv. dvojáky, *3kmen* pro tzv. trojáky.

Po změření tloušťky byla výškoměrem *Vertex Laser* určena výška ke každému stromu. Pomocí pohyblivého ramene průměrky byla hodnota zadána do terminálu. Program TIMS CZ okamžitě vypočetl objem ke každému kmenu.

Takto naměřená data byla pomocí počítačového programu WinDP 64x vložena do počítače, kde byla v programu Microsoft office Excel dále upravována. Soubor byl odeslán následujícím způsobem. Bylo otevřeno hlavní menu v terminálu průměrky, kde byla vybrána položka *Pošli data*. Dále byl vybrán patričný list k odeslání do počítače a do počítače byly odeslány čtyři soubory. Soubor .KML, který obsahoval informace o poloze, soubor ve formátu .XML a dále soubory typu .CSV, které lze dále upravovat v Excelu. V počítači je potřeba pomocí zmíněného programu data přijmout.

Každý strom měl změřenou výšku a tloušťku. Hodnoty objemů kmenů, které průměrka vypočítala, byly značně zkreslené, protože do předdefinovaného listu v programu TIMS CZ, byla zadána výtvarnice 0,500. Takto velká výtvarnice je u 130 let starého smrkového a přesíleného porostu na první odhad nepřesná.

Z průměrky je možno exportovat jak data měřená strom po stromu, tzn. D1, D2, výšky, kvalitu, dřevinu atd. ke každému stromu (strom po stromu.csv), nebo sumář vypočtený průměrkou (souhrn.csv). V sumáři exportovaném do programu Excel jako jeden list, se objeví hlavička s identifikací porostu totožná s tou, která byla zadána do předdefinovaného listu na průměrce. Zároveň se vyexportuje přehledná tabulka, která uvádí měřené dřeviny, jejich počet, celkový objem, objem str. kmene, průměrnou tloušťku, průměrnou výšku, průměrnou tloušťku podle kruhové základny, vyrovnanou výšku podle dg a plochu celkové kruhové základny.

Pro vypočtení nepravé výtvarnice lze použít sumář dat vyexportovaných z průměrky, kdy je třeba dopočítat průměrnou kruhovou základnu, dg podle ní a potom v tabulkách ULT najít kruhovou základnu středního kmene, kterou již lze dosadit do následujícího vzorce. Objem středního kmene dělíme násobkem kruhové

základny pro střední kmen a vyrovnané výšky podle dg. Při použití dat ze sumáře vyjde nepravá výtvarnice 0,406.

Druhý postup, který byl na rozdíl od prvního zohledněn v navazujících výpočtech, spočíval ve zjištění všech kruhových základen z tabulek ULT přiřazených k naměřeným tloušťkovým stupňům. Kruhové základny všech tloušťkových stupňů byly sečteny a dále se postupovalo podle prvního postupu. Nepravá výtvarnice vyšla 0,382. Rozdíl mezi těmito dvěma výpočty činil tedy 0,024. U obou postupů bylo potřeba použít tabulkové hodnoty. Takto upravenou výtvarnici lze zpětně doplnit do listu naměřených dat, která program na základě nově zadaných parametrů objem zásoby přepočítá a opraví.

Další list v programu Excel tvořily vyexportovaná data tzv. strom po stromu, viz výše. Program TIMS CZ vypočetl okamžitě objem stromu po zadání průměru a výšky. Parametry pro vypočtení objemu byly kruhová základna. Dále skutečná výška, jestliže v menu předdefinovaného listu zaškrtneme políčko *Měřit všechny výšky* a nepravá výtvarnice, kterou také v počátečním definování zadáváme.

Pro vypočítání skutečného objemu bylo nutné vyexportovanou tabulku doplnit sloupci: kruhová základna ke každému tloušťkovému stupni – TIMS CZ převádí sám. Pro případnou kontrolu možno hodnoty objemů vyhledat v ÚLT tabulkách. Dále sloupcem: D průměr – TIMS CZ počítá sám a objem s opravenou výtvarnicí.

Jelikož se v porostu vyskytovaly srostlé stromy tzv. dvojáky (5 ks) a trojáky (2 ks), které měly společný pařez a oddělovaly se průměrně ve 2 metrech výšky, bylo potřeba tyto dvou metrové špalky od objemu vytěženého dříví odečíst. Tyto špalky nebyly evidovány v číselníku a prodaly se zvláště jako těžební zbytky. Špalky byly válcovité bez sbíhání a měly enormní průměry od 1,1 až do 1,7 m. Suma jejich objemů činila bez kůry 20,4 metrů kubických.

Průměry kmenů byly měřeny s 90 cm stupnicí průměrky. Délka této stupnice plně obsáhla všechny průměry kmenů na ploše. Dále byly průměry kmenů měřeny s 65 cm stupnicí průměrky, která nestačila na přesílené kmeny na ploše. Průměry byly v tomto případě měřeny pomocí dílčích tloušťek kmene.

3.2.1. Výsledky z porostu Mýtní těžby

Z porostu bylo vytěženo podle číselníku 101,05 m³ dříví. Tato suma byla měřena a evidována zaměstnanci lesního závodu Kladská. Objem dříví nastojato byl měřen jednou a jedny data byly použity pro čtyři výpočty. Výsledek objemů počítaný podle tabulek ÚLT vyšel 104,3 m³ bez kůry. Výsledek objemů počítaný metodou Jednotné objemové křivky vyšel 102,7 m³ bez kůry. Podle Petrášova vzorce mělo být vytěženo 104,3 m³ dříví bez kůry. Průměrka s 90 centimetrovou stupnicí vypočetla objem po opravě výtvarnice 107,5 m³ bez kůry. Pomocí průměrky s 65 centimetrovou stupnicí, kde bylo tudíž nutno průměry měřit na dvakrát, byla vypočtena zásoba 98,7 metrů kubických.

3.3. Porost probírky

Jednalo se o porost, do kterého byl umístěn výchovný zásah ve věku 80 let. Porostní skupina byla v LHP rozdělena na dvě části vzdálené od sebe přibližně 200 metrů. První část se rozkládala na ploše 0,47 ha a druhá část na ploše 0,95 ha. Byly měřeny stromy určené k těžbě i stromy, které zůstaly stát. Zásoba porostu byla zjišťována vysvěrkováním naplno a pomocí kruhových zkusných ploch. Práce v každé části porostu probíhaly každá odděleně, tzn. byl založen i nový datový soubor v průměrci pro každou část, svým postupem však byly totožné. Proto bude postup popsán vždy pouze jednou.

Před samotným měřením v rámci seznámení se s lesem, obdobně jako u mýtní těžby, bylo nutné porost obejít s přijímačem GPS signálu a průměrkou, která naměřená data evidovala pomocí funkce bluetooth. Výměry porostů, které byly citovány, jsou použity právě z naměřených souřadnic pomocí GPS přijímače a jsou lehce rozdílné od výměr uvedených v LHP.

3.3.1. Průměrkování naplno

Přístroje a pomůcky použité při měření: Průměrka *Digitech Professional*, výškoměr *Vertex Laser*, přijímač GPS signálu, křída.

Vysvěrkováním naplno byly do průměrky evidovány všechny stromy v porostu a křídou následně označeny. Stromů určených k těžbě bylo naměřeno 144. Při definování listu bylo zadáno měřit pouze jeden průměr a bylo vybráno měřit pouze reprezentativní výšky porostu. Výšky v poměrně hustém porostu se hledaly celkem složitě. U stromů, které byly vyznačeny k vytěžení a které byly velice variabilní a často se jednalo o zlomy, se těžko odhadovalo, kde lesní dělník zkrátí špičku stromu. Při špatném odhadu horního bodu kmene hrozilo, že délka vytěženého kmene bude podstatně menší než naměřená výška nastojato.

V průměrce byl registrací vytvořeny nové listy (datové soubory) s názvem Probírka 1/2 část. Před samotným měřením bylo nutno obejít obě části porostu s terminálem průměrky a GPS přijímačem a uložit do jednotlivých listů informace o souřadnicích a o rozloze. Interval GPS byl zvolen na přesnost 5 metrů.

Každý list byl otevřen a v záložce *Předdef. list* na kartě *Parametry listu* byly podle kopie lesní hospodářské knihy pro daný porost vyplněny nabízené kolonky. Kolonky ve výsledném exportovaném souboru typu excel nebo .xml vytvoří hlavičku, podle které lze příslušný porost identifikovat. Byly vyplněny kolonky *LHC*, *Datum*, *Oddělení*, *Dílec*, *porost*, *porostní skupina*. Typ měření byl určen jako *Stojící stromy* a dále *Průměrkování naplno*. Program následně požadoval informaci, zda bude přiřazovat ke každému změřenému průměru také zadanou výšku, nebo zda budou zadávány pouze vzorníky s reprezentativními výškami. Tuto informaci program zohledňuje při výpočtu objemu, kdy při zadávání všech výšek počítá objem pomocí převedené kruhové základny, zadané výtvarnice a každé jednotlivé výšky, nebo při zadávání reprezentativních výšek, kdy objem počítá pomocí převedené kruhové základny, zadané výtvarnice a vyrovnané výšky. Výtvarnice byla stejně jako u předchozího porostu zadaná jako 0,500 s možností další úpravy. Výtvarnicová výška a tloušťka kůry nebyla při měření zohledněna.

Nově vytvořený datový list Probírka 1/2 část byl dále upravován v hlavním menu v kartě *Nastavení*. Zde je možné nastavit zkratky dřevin, které bude uživatel při měření volit. V našem případě byl zvolen pouze smrk, který byl rozdělen na dvě pomyslné dřeviny. Zkratka *SM zust* označovala stromy, které zůstanou v porostu, zkratka *SM pryc* označovala stromy určené k těžbě.

Obdobným způsobem lze ve stejném hlavním menu datového souboru nastavit třídy kvality dřevin. Označení kvality lze navolit podle potřeby v daném porostu. Průměrka eviduje až 20 zkratk. Třídy kvality u měřeného porostu byly

zvoleny následovně, *zlom*, *vytl* pro kmeny poškozené zvěří, *ok* pro kmeny nepoškozené a *souse* pro kmeny uschlé.

Měření probíhalo postupem, kdy průměrka byla přiložena ke kmenu, program se zeptal, zda se jedná o *SM pryc* nebo o *SM zust*. Zvolená varianta byla potvrzena tlačítkem *Enter*. Dále byl změřen a potvrzen průměr, byla vybrána jedna z navolených kvalit, a jestliže se jednalo o vzorníkový kmen, pak byla pomocí stupnice průměrky nebo pomocí IR portu zadána výška, naměřená výškoměrem *Vertex Laser*. Každý kmen měl v datovém souboru vlastní číslo. Po dokončení měření byl kmen označen křídou.

3.3.2. Kruhové zkusné plochy

Přístroje a pomůcky použité při měření: Průměrka *Digitech Professional*, výškoměr *Vertex Laser*, ultrazvukový transponder (odrazka), výtyčka, přijímač GPS signálu, křída.

Metodou kruhových zkusných ploch byly v porostu zjišťovány dendrometrické parametry skupin reprezentativních kmenů, které výstižně charakterizovaly porost. Podle vzorců z Korfovy publikace *Dendrometrie* (1972, s. 127 - 131) byly vypočteny hlavní vytyčovací údaje kruhových zkusných ploch, které jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka č. 1: Výpočet hlavních vytyčovacích údajů kruhových zkusných ploch podle Halaje (1957) in Korf (1972)

d (cm)	32
Počet stromů na ha	635
Počet stromů na zk. ploše	30
Velikost zk. ploch (ha)	0,05
Stupeň hmotové rozrůzněnosti	1
VAR. K	15%
Přesnost	8%
N/ha	5
N/1,47 ha	8
Intenzita výběru	27%
Odstupová vzdálenost (m)	43
Poloměr kruhu (m)	12,62

V každé ze dvou částí porostu byly zkusné plochy rozmístěny jinak. Do první části s výměrou 0,47 ha byly umístěny tři zkusné plochy, do druhé části o výměře 0,95 ha zbylých pět zkusných ploch.

Pro každou tuto část zvlášť byl vytvořen jiný datový soubor v terminálu průměrky. Pro první část s názvem *P1 KZP*, pro část druhou *P2 KZP*. Oba porosty bylo před samotným měřením nutno obejít s terminálem průměrky a GPS přijímačem a uložit do jednotlivých listů informace o souřadnicích a o rozloze. Interval GPS byl zvolen na přesnost 5 metrů.

Každý list byl otevřen a v záložce *Předdef. list* na kartě *Parametry listu* byly podle údajů hospodářské knihy pro daný porost vyplněny nabízené kolonky. Jednalo se o *LHC*, *Datum*, *Oddělení*, *Dílec*, *porost* a *porostní skupina*. Typ měření byl určen jako *Stojící stromy* a dále *Zkusné plochy*. Na dotaz programu TIMS CZ zda přiřazovat ke každému stromu jeho výšku bylo odpovězeno záporně a byla vybrána varianta měřit výšky pouze u vybraných vzorníků na zkusných plochách. Muselo se jednat o vzorníky obou pomyslných dřevin, tzn. o dřevinu *SM zůst* a o *SM pryc*. V nastavení byl zadán parametr měřit průměry kmenů křížem.

Výtvarnice byla stejně jako u předchozího porostu zadaná jako 0,500 s možností další úpravy. Výtvarnicová výška a tloušťka kůry nebyla při měření zohledněna.

Vytvořené datové listy byly dále upravovány v hlavním menu na kartě *Nastavení*. Byly aktivovány pouze dva druhy dřevin a to již zmíněné *SM zůst* a *SM pryc*. Kvalita dřevin byla zvolena stejně jako v předchozí kapitole.

Před začátkem měření bylo nutné kalibrovat elektronický dálkoměr a výškoměr *Vertex Laser*, z důvodu aktuální vzdušné vlhkosti, atmosférického tlaku a jiného případného hluku. Tyto činitele negativně ovlivňují přesnost ultrazvukového dálkoměru, který je v přístroji zabudován.

Postup měření byl následující. V porostu byl vyhledán střed kruhové zkusné plochy, na který byla umístěna výtyčka, vysunuta do výšky 1,3 m. Na vrcholu výtyčky byl umístěn a aktivován transponder, na který byl položen přijímač GPS signálu. Program TIMS CZ přes funkci bluetooth průměrky získal takto informaci o poloze zkusné plochy. Pomocí ultrazvukového dálkoměru, který je zabudovaný v přístroji *Vertex Laser*, byl vytyčen po směru hodinových ručiček kruh, jehož střed tvořila výtyčka. Stromy, které se nacházely vně kruhu, byly označeny značkou pomocí křídly. Uvnitř vytyčeného kruhu byly elektronickou průměrkou změřeny

všechny kmeny. K vybraným kmenům byly naměřeny výškoměrem *Vertex Laser* reprezentativní výšky, v počtu 3 výšky ke každé pomyslné dřevině. Tzn. smrk, který zůstane v porostu a smrk, který bude vytěžen.

Každá kruhová zkusná plocha byla v terminálu průměrky označena vlastním číslem.

Naměřená data byla z průměrky pomocí počítačového programu WinDP 64x vyexportována do tabulkové podoby programu MS Excel stejně, jak bylo popsáno u porostu Mýtní těžba. Byl vytvořen soubor typu .xls, pro průměrkování naplno, sumáře a kruhové zkusné plochy.

Skutečná nepravá výtvarnice byla podobně jako u předchozího porostu přepočítána dvěma způsoby. První způsob výpočtu výtvarnice znamenal použít data vypočtená průměrkou a vyhledat g středního kmene v tabulkách ÚLT. Byl použit výše zmíněný vzorec, kdy objem středního kmene dělíme násobkem kruhové základny pro střední kmen a vyrovnané výšky. Výsledná výtvarnice byla použita pro pozdější výpočty a její hodnota se rovnala 0,365.

Druhý způsob výpočtu výtvarnice znamenal přiřadit ke každému tloušťkovému stupni kruhovou základnu g odečtenou z tabulek ÚLT. Hodnoty všech kruhových základen byly sečteny a postupovalo se podle výše zmíněného postupu. Výsledná výtvarnice měla hodnotu 0,492. Celkový rozdíl mezi oběma způsoby činil tedy 0,127.

Soubor programu MS Excel obsahoval tedy listy s naměřenými daty ke každému stromu měřením naplno i pomocí zkusných ploch, dále souhrny vypočítané automaticky programem TIMS CZ, kancelářské výpočty např. zmíněná oprava výtvarnice a samotný výpočet objemů a grafickou prezentaci výsledků.

3.3.3. Výsledky objemů porostu probírky

Z porostu bylo podle evidovaného číselníku vytěženo 51,3 m³ dříví. Objem dříví nastojato byl měřen dvěma způsoby a to průměrkováním naplno a pomocí kruhových zkusných ploch. Výsledná data vstupovala do výpočtů různých metod zjišťování porostní zásoby.

Výsledek objemů počítaný podle tabulek ÚLT byl 74,5 m³ b.k. Objem podle JHK vyšel 73,7 m³ b.k. Průměrkování naplno při použití výtvarnice 0,492 vyšlo 74,9 m³ b.k. a pomocí výtvarnice 0,365 vyšlo 55,6 m³ b.k. Metodou zkusných ploch, kdy

hodnoty jednotlivých objemů byly odečítány z tabulek ÚLT, byl vypočten výsledek 74,4 m³ b.k. Program TIMS CZ vypočetl po upravení výtvarnice na 0,365 objem metodou zkusných ploch na 67,1 m³ b.k. Podle vzorců Petráše objem vyšel obdobně a to 67,9 m³ b.k.

4. Výsledky

V souladu se zadáním a podle výše popsané metodiky byly testovány přístroje *Digitech Professional* a *Vertex laser 400* s náležitým příslušenstvím. Přístroje byly použity na zjištění objemu stojícího dříví u dvou porostů a výsledky byly srovnány se skutečnou zásobou dříví, která byla z porostů po měření vytěžena. V porostech bylo postupováno podle následujících dendrometrických metod. Tzv. svěrkováním naplno a metodou kruhových zkusných ploch. Tyto postupy byly vybrány, protože program TIMS CZ v průměrci *Digitech Professional* s těmito metodami pracuje.

Po samostatném měření ve zkusných porostech bylo nutné naměřená data vyexportovat do počítače. Data byla exportována do programu MS Office Excel. Software průměrky vypočítal určité výsledky přímo ve zkusných porostech. Tyto výsledky se ale lišily od skutečně vytěžené hodnoty. Pomocí kancelářských prací bylo nutné zjistit, v čem a proč se dané výsledky lišily.

Program TIMS CZ exportuje všechna data, se kterými se při měření operovalo. V programu MS Office Excel byly z balíku exportovaných dat vybrány pouze průměry a výšky kmenů. Podle těchto veličin byly vyhledány dílčí objemy v soustavě lesnických tabulek, konkrétně v hmotových tabulkách ÚLT a v tabulkách pro stanovení hmot porostů podle jednotných hmotových křivek (JOK). Dílčí objemy byly sečteny do výsledných. Další způsob výpočtu objemu z parametrů výšky a průměru kmenů bylo použití tzv. Petrášova vzorce (Petráš, Pajtík, 1991).

V porostu probírky byla porostní zásoba zjišťována také pomocí kruhových zkusných ploch. Z dat ze zkusných ploch byly exportovány pouze průměry a výšky kmenů a pomocí tabulek ÚLT byly opět vypočítány dílčí objemy pro jednotlivé tloušťkové stupně.

Objemy a výsledky jednotlivých metod výpočtů a způsobu pořízení dat byly vizualizovány do grafů.

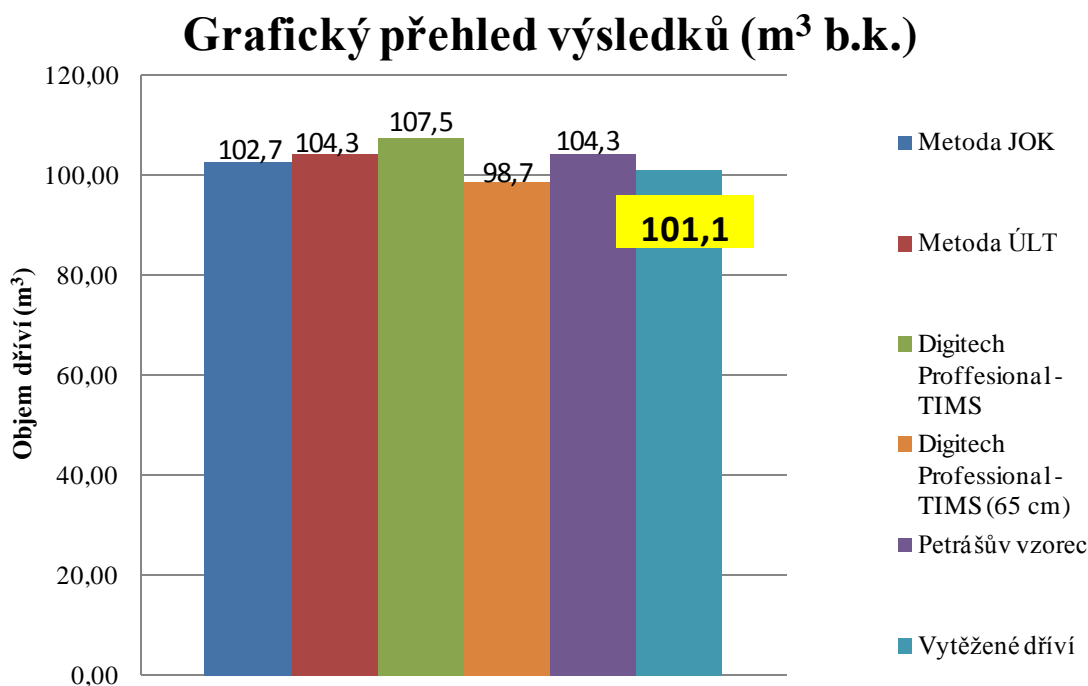
4.1. Výsledky objemů z Mýtního porostu

Mýtní porost byl měřen pouze metodou svěrkování naplno. Kruhové zkusné plochy zde nebylo možné umístit, protože se jednalo o malou plochu - 0,13 ha. Kmeny na ploše byly přesílené a často srostlé v tzv. dvojáky a trojáky. Výsledek pomocí statistických metod by nebyl použitelný.

Vysvěrkování naplno a změření všech výšek v porostu trvalo cca 3 hodiny. Jednalo se o 35 extrémně rostlých kmenů.

Kmeny byly těženy sortimentní metodou. Při měření stojícího dříví (bez kůry) a jeho porovnáváním s dřívím ležícím, se odchylka těchto dvou hodnot standartně pohybuje okolo 5 %.

Graf č. 1: Jednotlivé objemy naměřené a spočítané v porostu Mýtní těžby.



Graf znázorňuje vztahy mezi jednotlivými objemy, které byly naměřeny nebo vypočítány na měřené ploše porostu Mýtní těžby. „**Metodou JOK**“ se rozumí suma dílčích objemů určených podle průměrů a výšek kmenů zvláště počítaných, odečtených z tabulek pro stanovení hmot porostů podle jednotných hmotových křivek. „**Metodou ÚLT**“ se rozumí suma dílčích objemů určených podle parametrů průměrů a výšek kmenů, která je odečtená z hmotových tabulek ÚLT. „**Digitech Professional TIMS**“ se rozumí hodnota objemu, kterou vypočetl sám program. Průměrka byla v tomto případě vybavena 90 centimetrovou stupnicí. Pro dosažení takto přesného výsledku bylo nutné do programu dopočítat a zpětně zadat výtvarnici pro aktuální porost tak, jak bylo popsáno v kapitole 3.2. Mýtní porost. „**Digitech Professional TIMS (65 cm)**“ se rozumí hodnota objemu, kterou vypočetl program po dosazení stejné výtvarnice jako u sloupce *Digitech Professional TIMS*, avšak

průměry kmenů byly měřeny menší, 65 centimetrovou stupnicí. Sloupcem „**Petrášův vzorec**“ se rozumí suma dílčích objemů tloušťkových stupňů, kdy hodnoty průměrů a výšek kmenů byly dosazeny do Petrášova vzorce. Sloupec „**Vytěžené dříví**“ odpovídá celkovému objemu dříví, který byl evidován lesníkem v číselníku. Veškeré hodnoty objemů v grafu č. 1 jsou uvedeny bez kůry.

Z grafu je patrné, že největší hodnotu objemu vypočítal program TIMS s průměrkou, která měla 90 centimetrovou stupnicí. Tato hodnota se také nejvíce liší od objemu vytěženého dříví. V rozmezí zmíněných 5 % mezi objemem stojícího dříví bez kůry a ležícího dříví bez kůry je obtížné určit, která hodnota se více blíží skutečnosti. Tabulka č. 1 ukazuje, že odchylka mezi objemem vytěženého dříví a objemem dříví stojícího, který vypočetl TIMS CZ s 90 cm stupnicí průměrky je 6,3 %, tedy o 1,3 % více, než udává průměr.

Program TIMS CZ hodnoty tloušťkových stupňů a dílčích objemů nezaokrouhluje směrem dolů, kdežto provoz lesního hospodářství hodnoty tloušťkových stupňů a dílčích objemů zaokrouhluje směrem dolů. Toto je možné vysvětlit, proč se výsledek programu TIMS CZ s 90 cm stupnicí liší od skutečně vytěžené hmoty.

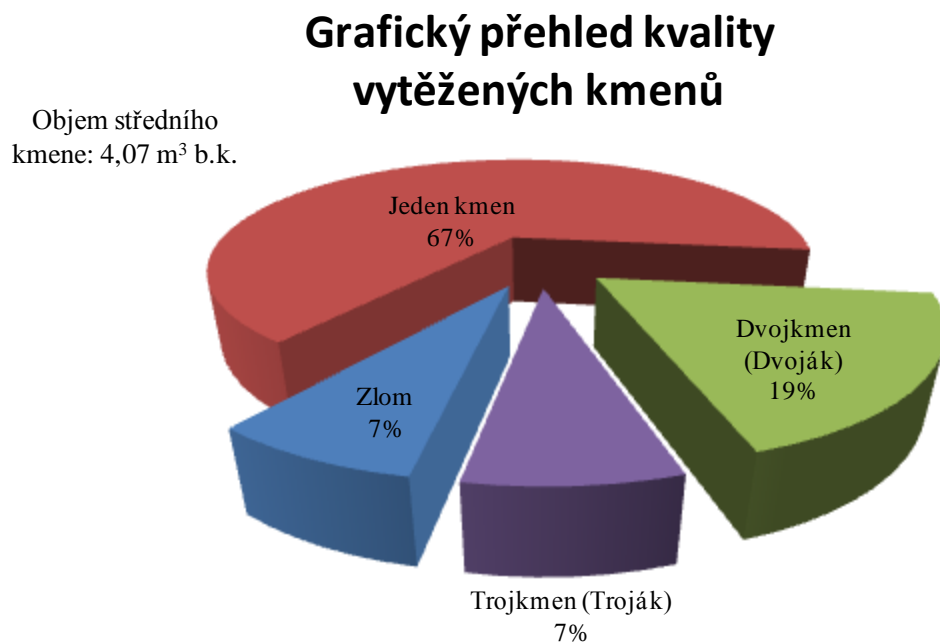
Tabulka č. 2: Procentuelní odchylka vypočítaných hodnot objemu od hmoty skutečně vytěžené. Porost Mýtní těžby.

	m ³ b.k.	Odchylka naměřené od skutečné hodnoty (%)
JHK	104,3	3,2
ÚLT	102,7	1,6
Průměrka 90 cm	107,5	6,3
Průměrka 65 cm	98,7	-3,3
Petráš	104,3	3,2
Vytěžená hmota	101,1	

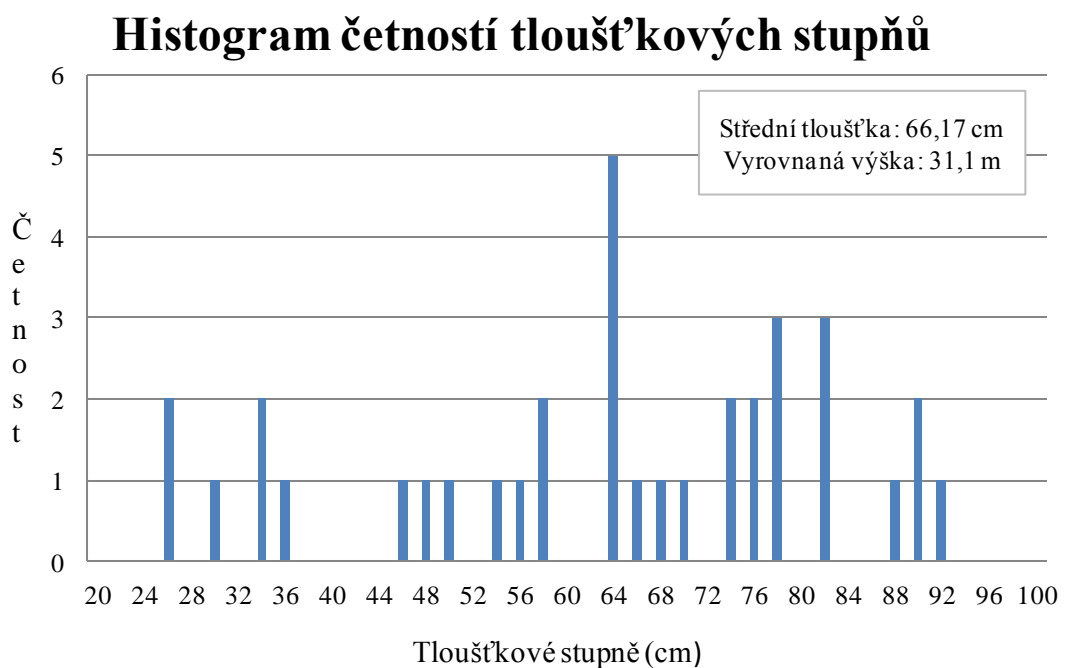
Program TIMS CZ v registrační průměrce *Digitech Professional* umožňuje u každého měřeného kmene, zároveň při měření tloušťky a výšky, evidovat jeho kvalitu. Při zakládání nového listu si uživatel může navolit kvalitu podle porostu nebo podle vlastního zájmu. Při zobrazení výsledků se kvalita přehledně promítne například do grafu a zjištěné hodnoty lze velice jednoduše zpracovávat. Výsledná data lze promítnout do celkové ceny dříví, kterou můžeme zjišťováním porostních

zásob vyčíslit. Graf č. 2 přehledně znázorňuje podíl kvalit jednotlivých kmenů v porostu.

Graf č. 2: Přehled kvality kmenů v porostu Mýtní těžby.



Graf č. 3: Histogram četností tloušťkových stupňů porostu Mýtní těžby.

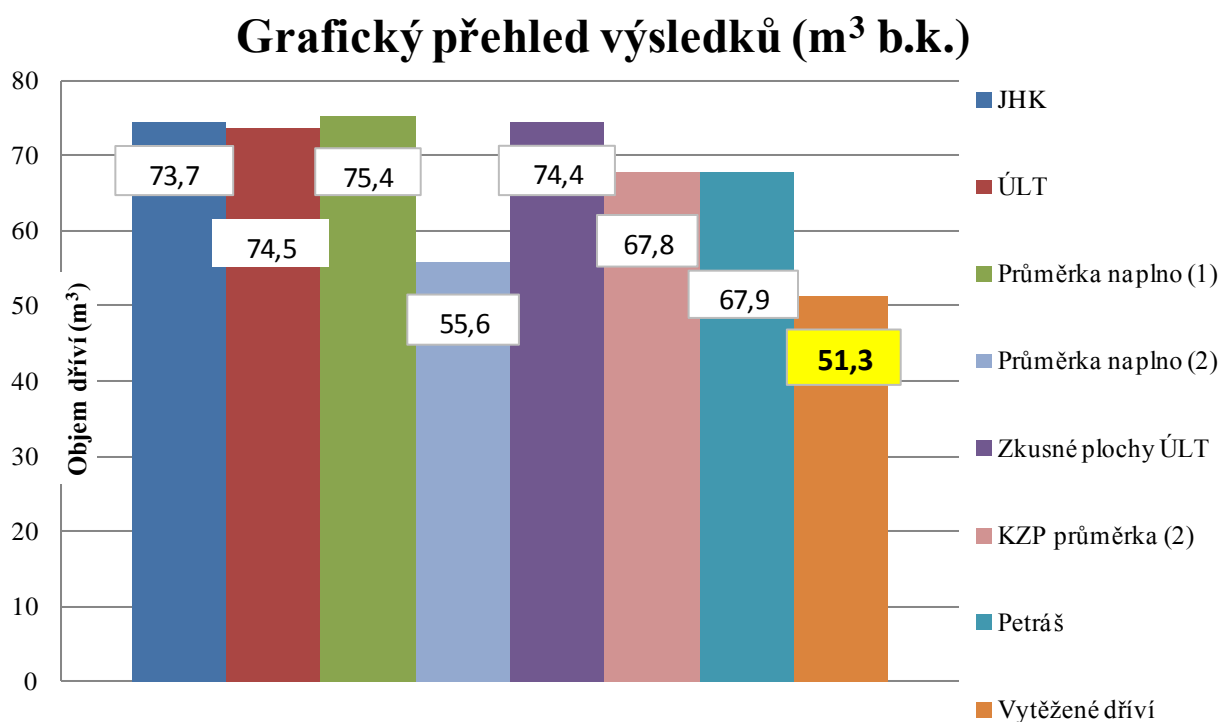


4.2. Výsledky objemů z porostu probírky

Porost probírky byl měřen metodou svěřování naplno a pomocí kruhových zkusných ploch. Jednalo se o plochu 1,42 ha. Vysvěrkováním naplno bylo změřeno 756 kmenů, což trvalo cca 5 hodin. U metody kruhových zkusných ploch bylo založeno 8 zkusných ploch, přičemž změření tloušťek a výšek na nich trvalo cca 4 hodiny.

Kmeny byly těženy kmenovou metodou. Při měření stojícího dříví (bez kůry) a jeho porovnání s dřívím ležícím se odchylka těchto dvou hodnot u kmenové metody standartně pohybuje okolo 10 %.

Graf č. 4: Jednotlivé objemy naměřené a spočítané v porostu probírky.



(1) Výtvarnice podle sumy g z ÚLT (0,492)
(2) Výtvarnice podle g středního kmene z ÚLT (0,365)

Graf znázorňuje vztahy mezi jednotlivými objemy, které byly naměřeny nebo vypočítány na měřené ploše porostu probírky. Metodou „JHK“ se rozumí suma dílčích objemů určených podle průměrů a výšek kmenů zvláště počítaných, odečtených z tabulek pro stanovení hmot porostů podle jednotných hmotových křivek. Metodou „ÚLT“ se rozumí suma dílčích objemů určených podle parametrů

průměrů a výšek kmenů, která je odečtená z hmotových tabulek ÚLT. Sloupcem „**Průměrka naplno (1)**“ se rozumí hodnota objemu, kterou vypočetl sám program po dosazení výtvarnice s vypočtenou hodnotou 0,492. Sloupcem „**Průměrka naplno (2)**“ se rozumí hodnota objemu, kterou vypočetl program po dosazení výtvarnice s hodnotou 0,365, vypočtenou na základě výsledků vypočtených programem TIMS CZ, viz kapitola 3.3.2. Kruhové zkusné plochy. Sloupcem „**Zkusné plochy ÚLT**“ se rozumí objem dříví naměřený pomocí zkusných ploch. Dílčí objemy tloušťkových stupňů byly odečítány podle parametrů tloušťek a výšek kmenů z hmotových tabulek ÚLT. Sloupcem „**KZP průměrka (2)**“ se rozumí suma objemu porostu vypočítaného programem TIMS CZ, do kterého byla zpětně dosazena hodnota výtvarnice 0,365. Objem byl počítán na základě údajů ze zkusných ploch. Sloupcem „**Petráš**“ se rozumí suma dílčích objemů tloušťkových stupňů, kdy hodnoty průměrů a výšek kmenů byly dosazeny do Petrášova vzorce. Sloupec „**Vytěžené dříví**“ odpovídá celkovému objemu ležícího dříví, který byl evidován lesníkem v číselníku. Veškeré objemy dříví v grafu č. 4 jsou uvedeny bez kůry.

Z grafu č. 4 je patrné, že většina vypočítaných objemů je proti objemu skutečně vytěženého dříví podstatně větší. Kdyby nedosahoval sloupec „**Průměrka naplno (2)**“ hodnoty $55,6 \text{ m}^3$, mohlo by se dojít k závěru, že se při měření vyskytla systematická chyba.

Hodnota sloupce „**Průměrka naplno (2)**“ však vznikla vysvěrkováním celého porostu naplno s výtvarnicí 0,500, která byla pozdější kancelářskou prací změněna podle hodnot vypočítaných průměrkou na 0,365. Od hodnoty objemu byl matematicky odečten objem kůry. Tato hodnota nebyla tedy zaokrouhlována ani rozdělena do tloušťkových tříd. Byla pouze opravena konstantou přesně charakterizující porost. Z tohoto důvodu lze usoudit, že objem sloupce „**Průměrka naplno (2)**“ se nejvíce blíží skutečně vytěženému objemu dříví. Odchylka hodnoty tohoto objemu od objemu skutečně vytěženého dříví se rovná 8,4 %.

Stejná výtvarnice byla použita pro výpočet sloupce „**KZP průměrka (2)**“, který se od hodnoty objemů vytěženého dříví liší o podstatné množství. Tento výsledek si lze vysvětlit tím, že kruhové zkusné plochy nezachycovaly porost statisticky správně. Pravděpodobně některé z nich byly častěji umístěovány do více zakmeněných částí porostní skupiny.

Porost měl podle LHP LHC Kladská (2004 – 2013) věk 80 let, střední tloušťku 30 cm a střední vyrovnanou výšku 24 m. Štíhlostní koeficient podle vzorce

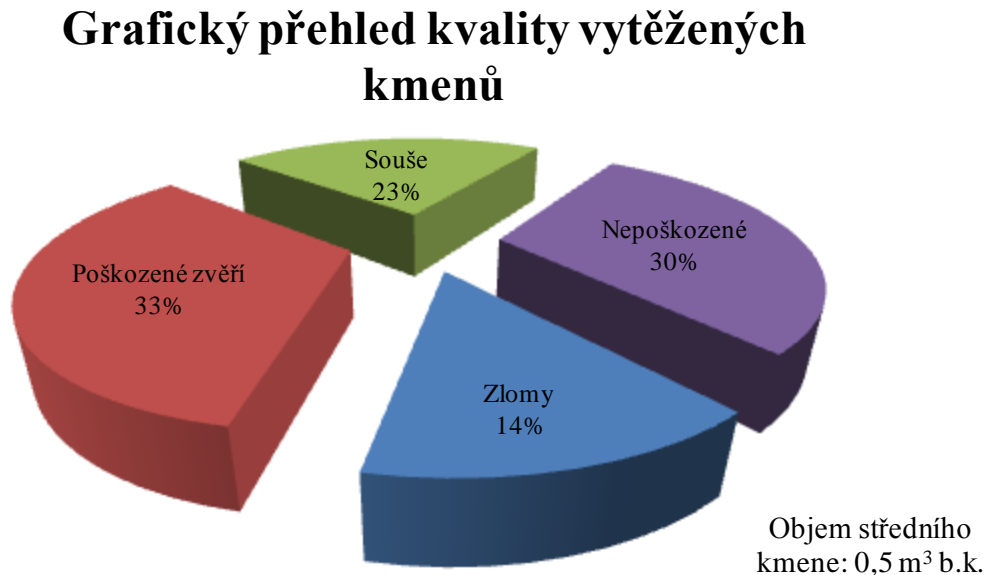
$h/d = 1,25$ což znamená, že se jednalo o porost silně přestíhlený. V tomto případě lze tvrdit, že dílčí objemy z lesnických hmotových tabulek ÚLT nebo JHK mohou být silně nadhodnoceny. Důvodem je matematicky vyjádřený model tělesa podobného válci, jehož objem je zachycený v tabulkách. U přestíhleného porostu však objem tělesa podobného válci může být menší, než je modelový objem zachycený v tabulkách. Nadhodnocení objemu stojícího dříví při uvedených tvarových anomáliích se může pohybovat maximálně okolo 10 %.

Dále lze uvést stejný závěr jako u porostu mýtní těžby. Program TIMS CZ hodnoty tloušťkových stupňů a dílčích objemů nezaokrouhluje směrem dolů, kdežto provoz lesního hospodářství hodnoty tloušťkových stupňů a dílčích objemů zaokrouhluje směrem dolů. Proto hodnota objemu stojícího dříví může být nadhodnocena a to o výše zmíněných 10 %.

Poslední možnost vysvětlení rozdílu mezi objemem skutečně vytěženým a objemem stojícího dříví je opomenutí evidence části vytěženého dříví do číselníků.

U každého stromu byla evidována jeho kvalita, což znázorňuje graf č. 5.

Graf č. 5: Grafický přehled kvality vytěžených kmenů v porostu probírky.

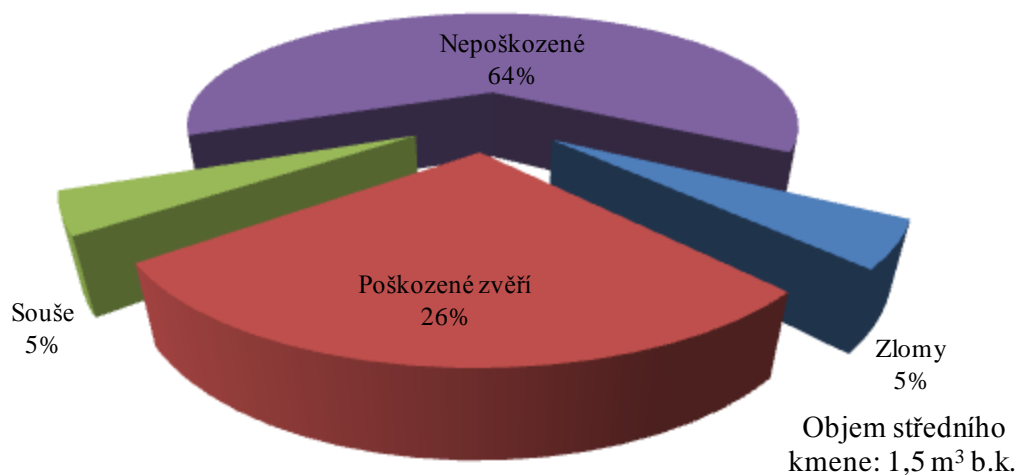


Při změření všech stromů v porostní skupině lze podle získaných dat určit, jaké stromy zůstaly v porostu a jakou mají kvalitu. Podle těchto dat lze vymodelovat charakter a kvalitu budoucího porostu. Kvalitu stromů zbylých v porostu znázorňuje

graf č. 6. Při měření průměrkou *Digitech Professional* lze pro další práci s porostem získat data, jejichž pořízení zabere časový interval v řádu vteřin.

Graf č. 6: Grafický přehled kvality stromů zbylých v porostu probírky.

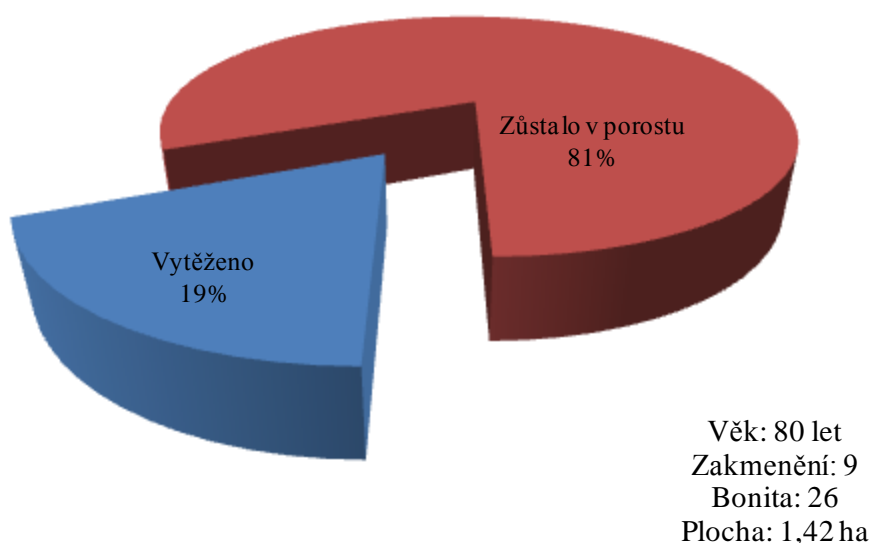
Grafický přehled kvality stromů zbylých v porostu



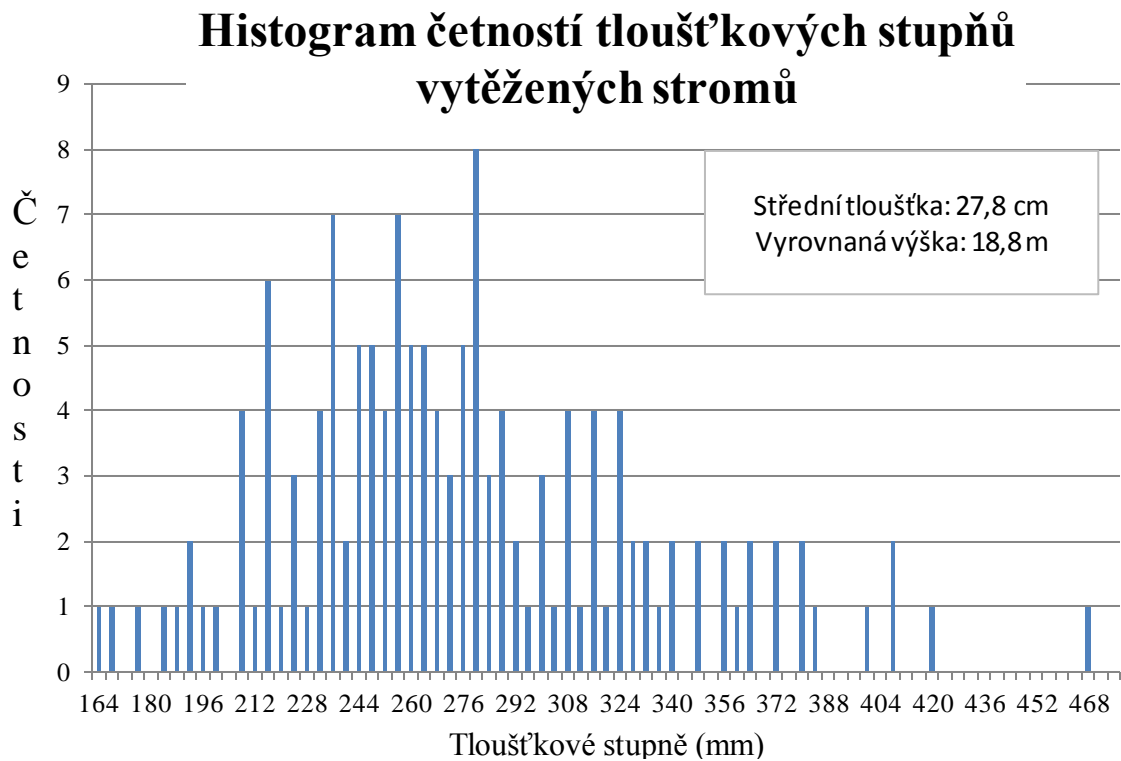
Graf č. 7 znázorňuje, kolik procent z celkového počtu kmenů bylo výchovným zásahem z porostu odstraněno.

Graf č. 7: Grafický přehled podílu výchovného zásahu v porostu probírky.

Podíl výchovného zásahu



Graf. č. 8: Histogram četností tloušťkových stupňů vytěžených stromů v porostu probírky.



4.3. Souhrn výsledků

U dvou porostů, které měly v jistých směrech nestandartní rozměry, bylo zjištěno, že hodnota objemů skutečně vytěženého dříví se liší od součtu hodnot dílčích objemů tloušťkových stupňů odečtených z lesnických hmotových tabulek. Jako důvod této skutečnosti bylo uvedeno zaokrouhlování hodnot, kdy se objemy vytěženého a objemy stojícího dříví bez kůry pohybují v průměrné odchylce 5 % u výřezů a 10 % u celých kmenů. Je-li porost přeštíhlen, hmotové tabulky uvádí poměrně hodně nadhodnocené výsledky objemů.

Součet dílčích objemů podle Petrášova vzorce se o něco více blíží ke skutečně vytěžené hmotě dříví, odchylka objemů však byla stále příliš vysoká. Důvod odchylky výsledných objemů od skutečně vytěženého dříví byl stejný, jako u předchozího odstavce. Petrášův vzorec přesněji modeluje tvar kmene v jednotlivých tloušťkových stupních, než hmotové tabulky.

Dále bylo zjištěno, že při používání průměrky *Digitech Professional* je nutné používat takovou délku stupnice, která zachytí všechny tloušťky kmenů v porostu. Při používání dílčích průměrů, které nabízí program TIMS CZ a které se ve výsledku sečtou do jedné hodnoty průměru, dochází k systematickému podhodnocování porostních zásob.

V práci se dokázalo, že velice důležitou konstantou při měření porostních zásob stojícího dříví průměrkou *Digitech Professional*, která obsahuje program TIMS CZ, je nastavení hodnoty výtvarnice. Jestliže po změření porostu nedojde k její úpravě a výtvarnice odpovídá charakteristikám jiného porostu nebo je používána její univerzální hodnota, naměřené výsledky jsou nepřesné. Zájmový porost je potřeba změřit a na základě souhrnu výsledků, které program TIMS CZ vypočítá, je nutné dopočítat hodnotu výtvarnice a tu zpětně vložit do předem definovaného souboru (listu) dat v programu. TIMS CZ po změně takovýchto základních údajů výsledky měření přepočítá. Výsledek je tedy tímto způsobem upraven a pro potřeby aktuálního porostu zpřesněn na hranici 6 % u vytěžených výřezů a 8 % u celých kmenů.

Program TIMS CZ umožňuje při nepříliš velké spotřebě času (v řádu několika desítek sekund na jeden kmen) při měření průměru kmenů zároveň evidovat do jednoho souboru kvalitu každého změřeného kmene. Tato data lze mimo jiné použít pro přesnější vyčíslení ceny porostu/vytěženého dříví, nebo pro modelování dalšího vývoje porostu.

5. Diskuze

Lesnická práce v březnu roku 2011 vytiskla článek psaný Zbyňkem Linhartem (Linhart, 2011), který zkoušel výkonnost digitální průměrky na porostech L.Z. Dobříš. Ve svém článku uvádí, že se průměrný výkon měření, resp. svěrkování naplno, pohyboval v intervalu 3 – 5 ha /den, čili za 8 hodinovou pracovní směnu. Tzn., že za 4 hodiny byly naměřeny přibližně 2 ha porostu. V našem zkusném porostu probírky, který měl 1,42 ha, trvalo svěrkování naplno přibližně 5 hodin. Výkon rychlosti měření se odvíjí od řady rozdílných faktorů jako je složitost terénu, porostní situace, věk porostu nebo zkušenost měřiče. V testovaném porostu L.Z. Kladská byla naměřena o něco delší doba měření, která by se však po přihlédnutí k poměrně mladému porostu a menším zkušenostem měřiče dala rámcově srovnat s dobou měření v porostech L.Z. Dobříš.

Uživatelská příručka Haglöf Sweden AB., 2011: SW pro elektronickou registrační průměrku *Digitech Professional* – TIMS CZ uvádí, že jednotnou výtvarnici, kterou je při měření nezbytné do přístroje dosadit podle typu porostu, lze získat v odborné dendrometrické literatuře a pracovních materiálech specialistů HÚL. Dále lze vlastní lokální koeficienty pro příslušné dřeviny získat na základě exaktně pořízených dat. K těmto informacím lze vzhledem k praktické části této práce doplnit další způsob vypočítání a dosazení výtvarnice resp. tvarového koeficientu pro danou dřevinu v aktuálně měřeném porostu. Po změření požadované části porostu TIMS CZ vypočte základní dendrometrické charakteristiky porostu. V terénním počítači nebo v kanceláři v programu MS Office Excel po vyexportování souhrnu výsledných dat uživatel z vypočteného celkového G a celkového počtu stromů vypočte průměrné g. Z tohoto g podle vzorce „ $f = v/(g \cdot h)$ “ vypočte výslednou výtvarnici. Proměnná „v“ charakterizuje objem středního kmene vypočtený programem TIMS CZ, proměnná „h“ charakterizuje H_{Dg} vypočteného také programem TIMS CZ. Nově vypočtenou výtvarnici pro aktuální porost dosadíme do předdefinovaného datového souboru/listu. Program výsledky měření na základě změny základních parametrů přepočítá.

Jak uvádí Ing. Urbánek (2007) ve své práci, taxační praxe používající moderní technologie zjišťuje porostní zásoby v rámcových číslech. Tyto hodnoty dávají vlastníkovvi informace o struktuře majetku pro další ekonomické kalkulace. Státní správa odvozuje z těchto informací maximální výše těžeb. Podle zmíněného

článku některé podnikatelské subjekty začínají využívat moderních metod pro získání co nejpřesnějších podkladů k majetku. Na jejich základě pak stanoví věrohodnou a objektivní cenu. Popsaná metodika umožňuje nákup či prodej dříví „na stojato“ (Urbánek, 2007). Budoucnost efektivního využití zaběhnutých metodik a moderních technologií v taxační praxi nelze spatřovat v přesném zjišťování porostních zásob pro tvorbu LHP. Efektivnost popisovaných přístrojů lze dobře využít např. v obchodu s dřívím „nastojato“.

Výškoměr *Vertex laser 400* resp. jeho ultrazvukový dálkoměr funguje s problémy v případě nevhodných klimatických podmínek. Především za deště a to díky ultrazvukovému šumu. I když byly baterie v transponderu i v přístroji zkontrolovány a případně vyměněny, clona dešťových kapek pravděpodobně ultrazvukové pulsy rozptýlí z usměrněného paprsku. Za mírného mrholení nebyla tato chyba přístroje pozorována. Jakmile dešťové srážky ustanou, ultrazvuková část přístroje začne normálně fungovat. Tento trend byl pozorován při vytyčování kruhových zkusných ploch.

Přístroje *Digitech Professional* a *Vertex laser 400* s příslušenstvím se ovládaly velice snadno a intuitivně. Pro koncového uživatele přístrojů je nutné důkladně nastudovat text uživatelské příručky. Její obsah není zbytečně zdlouhavý a je pro uživatele dobře srozumitelný. Menu průměrky *Digitech Professional* je přehledné a snadno se ovládá. Program TIMS CZ je přeložený do českého jazyka a jeho členění je jednoduché a uživateli srozumitelné. Je nutné se předem seznámit se všemi funkcemi přístroje *Vertex laser 400* v uživatelské příručce, aby bylo možné vybrat pro danou lokalitu nebo objekt vhodnou metodu měření.

Při měření bylo dbáno, aby průběhy měření co nejvíce odpovídaly skutečnému provozu. Kmeny ve zkusných porostech však byly křídou přehledně značeny a v porostu Mýtní těžby číslovány. Kmeny vybraných porostů dosahovaly od průměrných porostů anomálních dimenzí.

Závěr

Práce v teoretické části popsala vývoj historie průměrek od jejich počátku, přes moderní registrační průměrky, do kterých lze nahrát program vytvořený přesně podle potřeb uživatele, až po velice sofistikovaný systém technologie FieldMap. Dále se teoretická část práce zaměřila na popis registrační průměrky *Digitech Professional*, jejího hardwarového příslušenství a jejího možného softwarového vybavení. Práce popsala další moderní přístroj nezbytný ke zjišťování dendrometrických charakteristik porostu nazvaný *Vertex laser 400*.

Praktická část této práce spočívala v testování výše zmíněných přístrojů s příslušenstvím v podmínkách, které se měly co nejvíce přiblížit běžnému provozu. Několika způsoby byly změřeny dva zkusné porosty a pomocí různých metod byla vypočítána jejich zásoba. Po dokončení měřičských prací byly porosty lesními dělníky L.Z. Kladská vytěženy. Vypočítaná a naměřená zásoba dříví byla srovnávána se skutečně vytěženou hmotou těchto porostů.

V práci byla posuzována přesnost, s jakou bylo možné určit zásobu zkusných porostů. Dále použitelnost a následná práce s daty, které průměrka vyexportovala. Měření prováděl jeden člověk. Byly zjištěny časy jednotlivých měření, které byly srovnávány s časy podobných měření uvedených v odborné literatuře. Dále byla běžným uživatelem testována srozumitelnost návodů ke zmíněným přístrojům.

Vlastní zkušeností měřiče a autora práce byl potvrzen předpoklad, že jestliže existují moderní přístroje pro jistý účel, měl by je uživatel naprosto ovládat. Uživatel by měl rámcově znát jejich hardwarové a softwarové složení a rozumět principu jednotlivých úkonů softwaru. Zároveň by se měl oprostít od zaběhnutých metod a měl by přemýšlet, jak co nejefektivněji využít a zpracovat data pořízená moderními prostředky. Špatný princip myšlení lze uvést na příkladu, kdy je porost změřen digitální průměrkou s jistým softwarem a kdy po vyexportování dat do počítače uživatel stejně tvoří tloušťkové stupně a odečítá z hmotových tabulek ÚLT dílčí hodnoty objemů.

Moderní prostředky rozhodně urychlují a ulehčují práci v praxi. Mají-li být využiti naplno, musí s nimi jejich uživatel zacházet tvořivě, využívat všechny nabízené možnosti a nesmí je používat pouze mechanicky.

Seznam literatury a použitých zdrojů

1. Literatura

Fabrika, M., Pretsch, H. 2011: Analýza a modelovanie lesných ekosystémov. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 599 s. ISBN 978 – 80 – 228 – 2181 – 0

Flídr, P. 2007: Nové trendy v měření dendrometrických veličin – sborník příspěvků z konference. ČZU v Praze, ISBN 978 – 80 – 213 – 1714 – 7

Haglöf Sweden AB., 2011: Elektronická registrační průměrka Digitech Professional - uživatelská příručka (HW), SILVI NOVA CS, a.s., firemní dokumentace, 32 s.

Haglöf Sweden AB., 2011: SW pro elektronickou registrační průměrku Digitech Professional – TIMS CZ, SILVI NOVA CS, a.s., firemní dokumentace, 41 s.

Korf, V., 1953: Dendrometrie. SZN Praha, 327s.

Korf, V., a kol. 1972: Dendrometrie. SZN Praha, 371s. ISBN 07 – 072 – 72

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

Petráš, R., Pajčík, J. 1991: Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. Lesnícky časopis, 31, č. 1, s. 49 - 56.

Sequens, J., 2007: Nové trendy v měření dendrometrických veličin – sborník příspěvků z konference. ČZU v Praze, ISBN 978 – 80 – 213 – 1714 – 7

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

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

Tauber, P. 2007: Nové trendy v měření dendrometrických veličin – sborník příspěvků z konference. ČZU v Praze, ISBN 978 – 80 – 213 – 1714 – 7

Team of Authors, 2007: National Forest Inventory in the Czech Republic 2001 – 2004. Forest Management Institute, Brandýs nad Labem, 224 p. ISBN 978 – 80 – 7084 – 587 - 5

Van Laar, A., Akca, A. 2007: Managing Forest Ecosystems, Vol. 13 - Forest Mensuration. published by Cuvilliers, Göttingen, 1997 2nd ed., 383 p. ISBN 978-1-4020-5991-9

2. Ostatní zdroje

Atterbury Consultants, Inc. – Professional Forestry Services, RD 1000 BAF Scope [online]. Beaverton: Atterbury Consultants [1999] [cit. 2013-04-21]. Dostupné z WWW: <http://www.atterbury.com/rd1000.html>

ČUZK. Nahlížení do KN [online]. Praha: ČUZK, [1999] [cit. 2013-03-06]. Dostupné z WWW: <http://nahliznidokn.cuzk.cz/VyberKatastrMapa.aspx>

ČUZK. Nahlížení do KN [online]. Praha: ČUZK, [1999] [cit. 2013-03-06]. Dostupné z WWW: <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarExtent=-990320.44597457629%20-1239836%20-346646.55402542371%20-923033&MarWindowName=Marushka>

Česko. Vláda. Zákon č. 289/1995, účinnost dne 1.1.1996, Lesní zákon. In Sbírnka zákonů České republiky. 1995, částka 76. Dostupné také z WWW: <http://lesnizakon.cz/>

IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, Field – Map [online]. Praha: IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů [1999] [cit. 2013-03-26]. Dostupné z WWW: <http://www.ifer.cz/page/?verze=cz&page=fieldmap>

LHP LHC 1212 KLADSKÁ (2004 – 2013)

Linhart, Z., 2011: Digitální průměrky a klasická metoda svěřování porostů – Lesnická práce 4/11, Kostelec nad Černými lesy, online: <http://www.silvarium.cz/lesnicka-prace-c-4-11/digitalni-prumerky-a-klasicka-metoda-sverkovani-porostu>, cit. 26. 2. 2013

Hmotové lesnické tabulky ÚLT, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem

Tabulky pro stanovení hmot porostů podle jednotných hmotových křivek JOK, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem

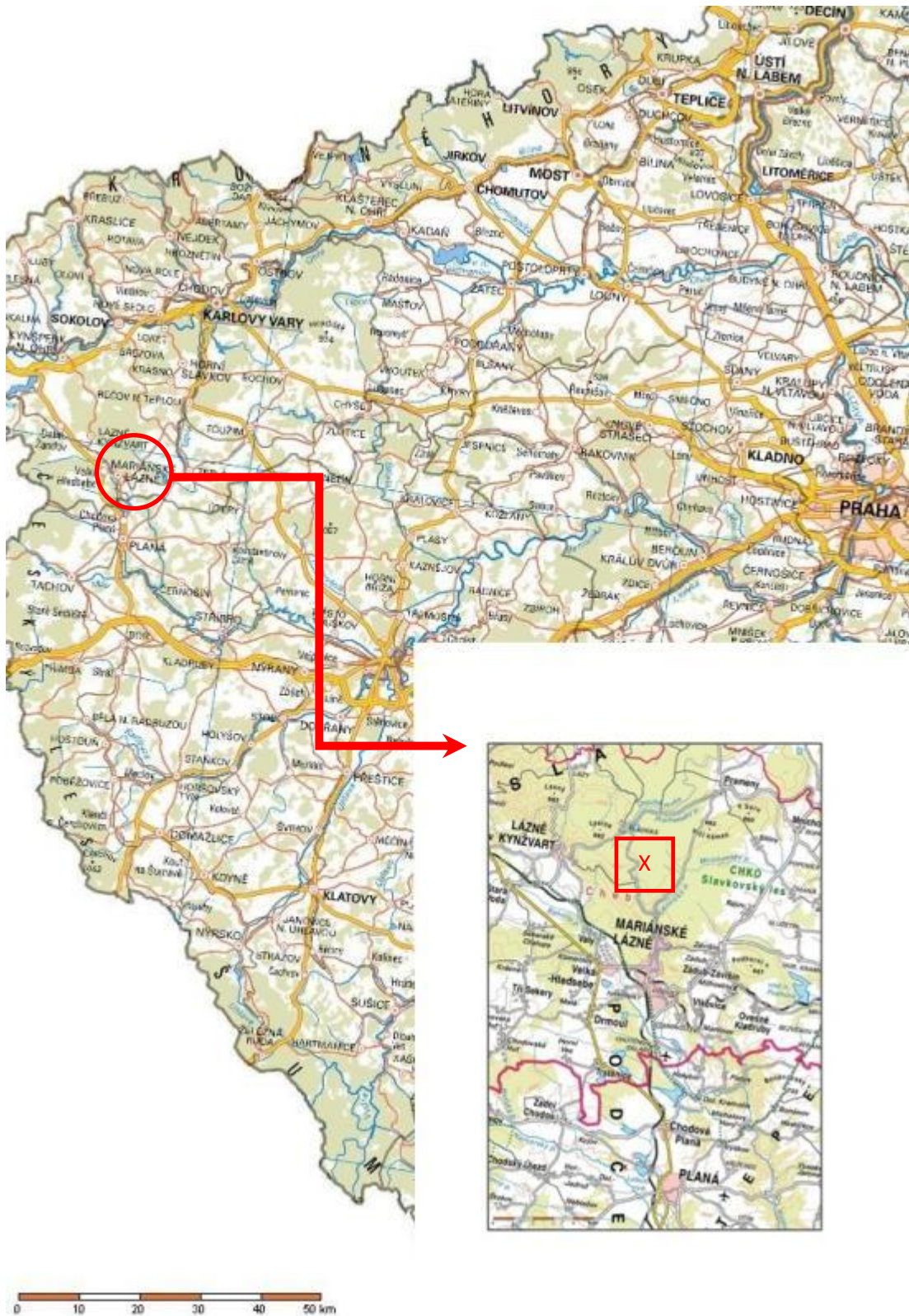
Urbánek, V., 2007: Přístroje a nástroje v taxační praxi – Lesnická práce 2/07, Kostelec nad Černými lesy, online: <http://www.silvarium.cz/lesnicka-prace-c-2-00/pristroje-a-nastroje-v-taxacni-praxi>, cit. 20. 4. 2013

2008: Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví. Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, 147s. ISBN 978 – 80 – 87154 – 01 – 4

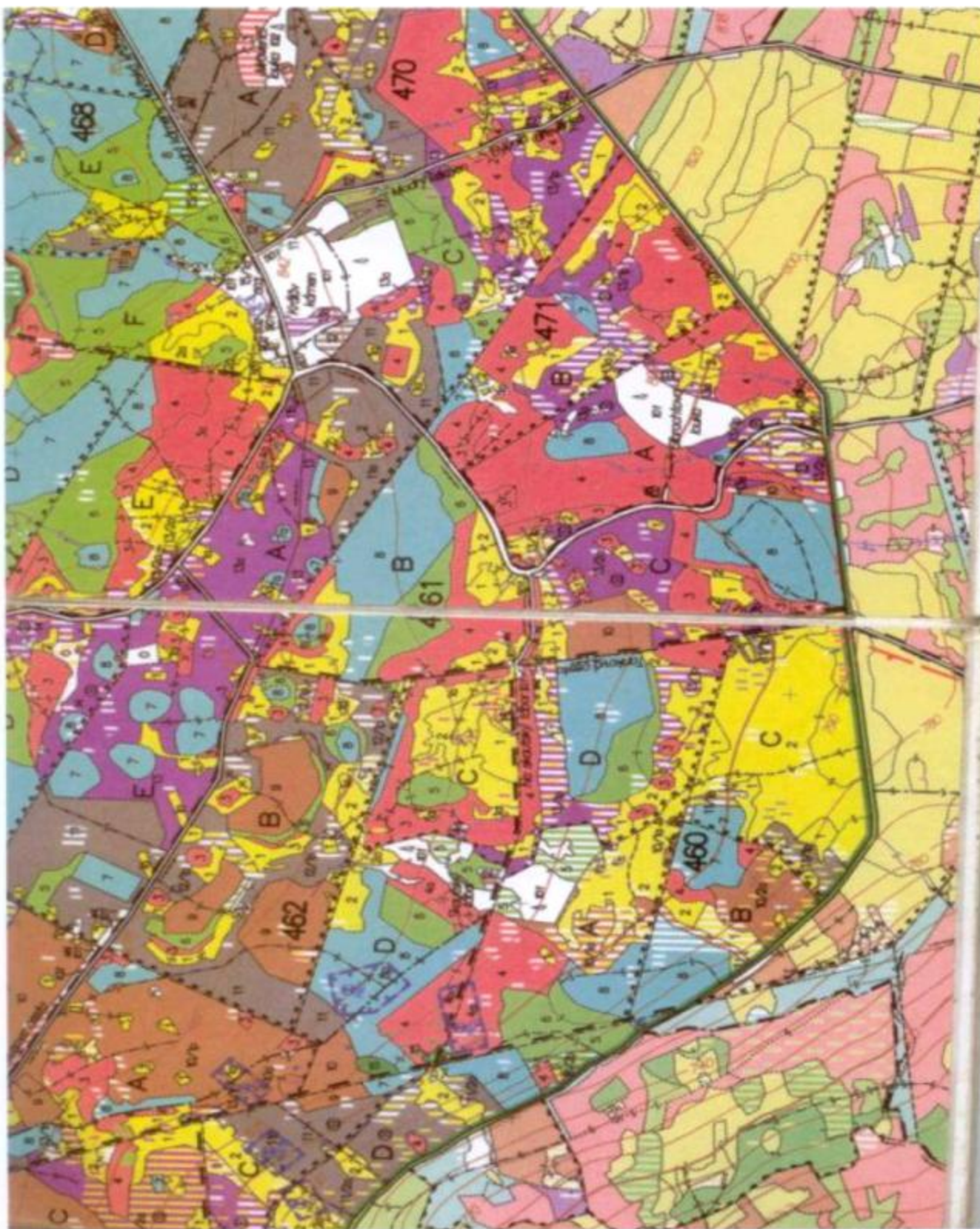
Seznam příloh

- Příloha č. 1: Lokalizace lokalit sběru dat v rámci České republiky. (1 : 1 000 000)
Výřez (1 : 100 000) (<http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka>).
- Příloha č. 2: Porostní mapa, celková situace. Měřítko 1 : 10 000
- Příloha č. 3: Zobrazení celkové situace pomocí souřadnic GPS a mapové aplikace Google Earth
- Příloha č. 4: Zobrazení lokality Mýtní těžby pomocí souřadnic GPS a mapové aplikace Google Earth.
- Příloha č. 5: Porostní mapa oblasti Mýtního porostu. Měřítko 1 : 5 000
- Příloha č. 6: Výpis z LHP LHC 1212 Kladská (2004 – 2013). Porost Mýtní těžby.
- Příloha č. 7: Číselník pro porost Mýtní těžby.
- Příloha č. 8: Výškový grafikon pro porost Mýtní těžby.
- Příloha č. 9: Ilustrační fotografie charakteru lokality Mýtní těžby.
- Příloha č. 10: Ilustrační fotografie srostlých stromů na lokalitě Mýtní těžby
- Příloha č. 11: Zobrazení lokality Porostu probírky vzhledem k porostu Mýtní těžby pomocí souřadnic GPS a mapové aplikace Google Earth. Žluté body označují kruhové zkusné plochy.
- Příloha č. 12: Zobrazení lokality Porostu probírky pomocí souřadnic GPS a mapové aplikace Google Earth. Žluté body označují kruhové zkusné plochy.
- Příloha č. 13: Porostní mapa oblasti porostu probírky. Měřítko 1 : 5 000
- Příloha č. 14: Výpis z LHP LHC 1212 Kladská (2004 – 2013). Porost probírky.
- Příloha č. 15: Číselník pro porost probírky.
- Příloha č. 16: Výškový grafikon pro porost probírky.
- Příloha č. 17: Ilustrační fotografie charakteru porostu probírky.
- Příloha č. 18: Přístroje a pomůcky použité při měření
- Příloha č. 19: Ukázka vyexportovaných dat z průměrky do MS Office Excel. (Soubor s jednotlivými daty - „strom po stromu“.) Plocha Mýtní těžby.
- Příloha č. 20: Ukázka vyexportovaných dat z průměrky do MS Office Excel. (Soubor se souhrnem průměrkou vypočtených výsledků - „souhrn“). Plocha Mýtní těžby.

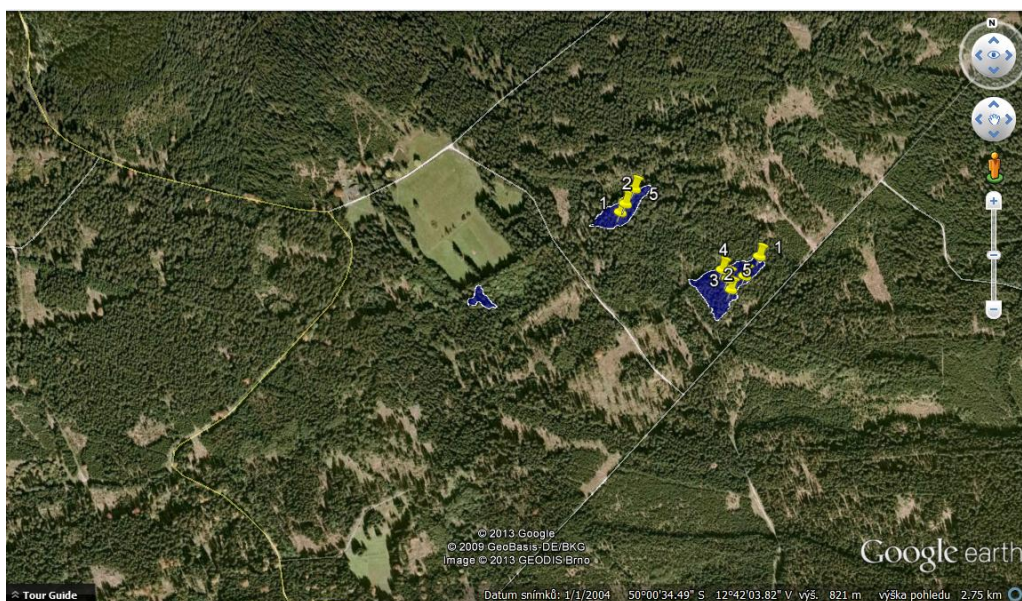
Příloha č. 1: Lokalizace lokalit sběru dat v rámci České republiky. (1 : 1 000 000)
Výřez (1 : 100 000) (<http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka>).



Příloha č. 2: Porostní mapa, celková situace. Měřítko 1 : 10 000



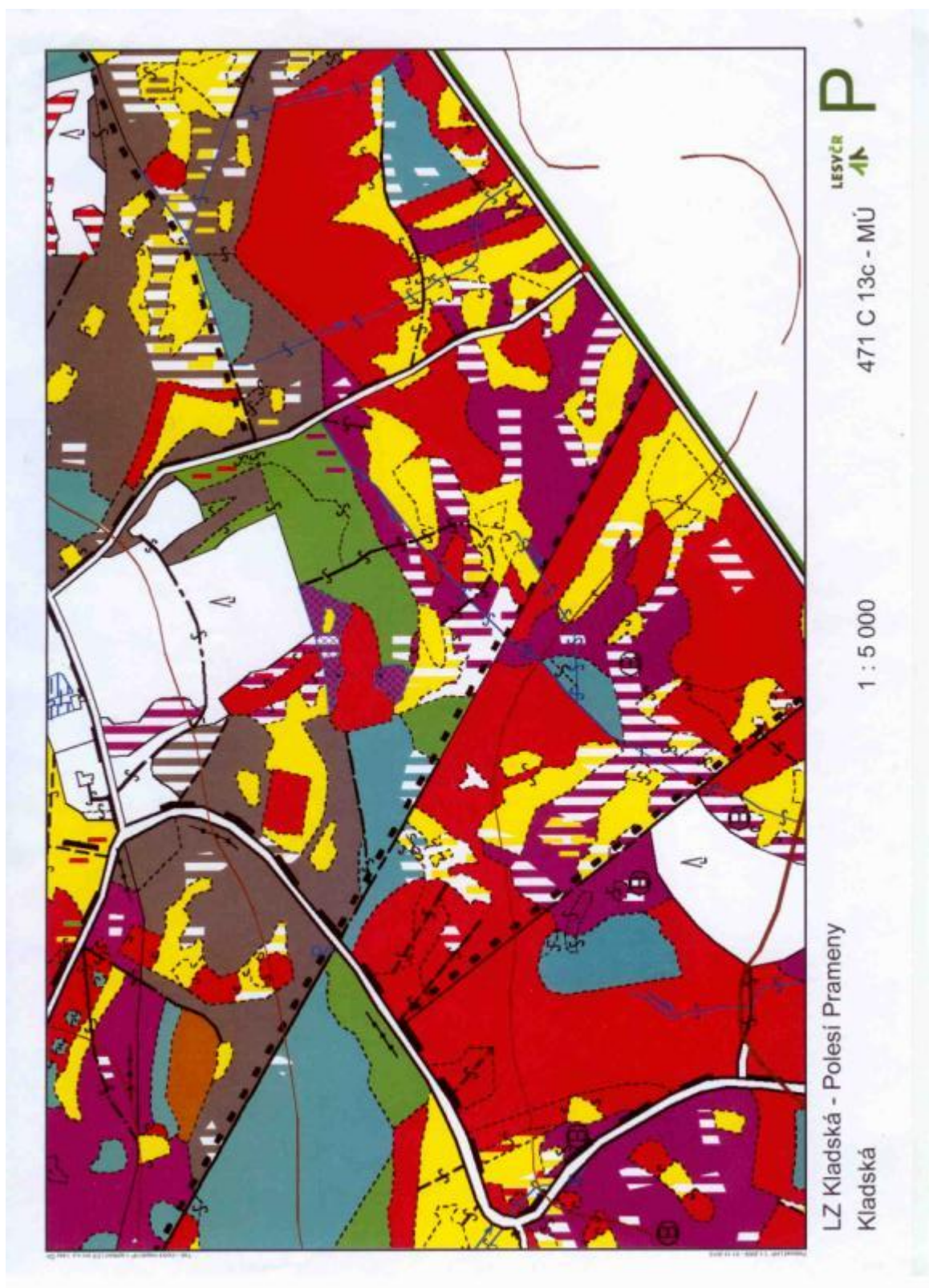
Příloha č. 3: Zobrazení celkové situace pomocí souřadnic GPS a mapové aplikace Google Earth



Příloha č. 4: Zobrazení lokality Mýtní těžby pomocí souřadnic GPS a mapové aplikace Google Earth



Příloha č. 5: Porostní mapa oblasti Mýtního porostu. Měřítko 1 : 5 000



Příloha č. 6: Výpis z LHP LHC 1212 Kladská (2004 – 2013). Porost Mýtní těžby.

Majitel	11000 LO 3	Karlovarská vrchovina	LHC	1212	Platnost	1.1.2004-31.12.2013	Strana	1	Plocha	62,73	Dotčení	471																		
Kategorie/překryv	32a,31b	Zml.st.	Pásmo ohrož.	C	LSILZ	KLADSKÁ OLH	LČR, s.p.		Plocha	25,93	Dílac	C																		
Popis dílce Rovina až velmi mírný sklon k.JZ; meliorační kanály; v S části bezlesí - louka se solitry JR, SM, SMP; V a J hranici tvoří odvozní cesty; nadregionální biocentrum Kladská rašeliny.																														
MARIÁNSKÉ LÁZNĚ																														
Por skupina	13C	Plocha por skup.	0,45	Les typ	6V9	Les.úřad	4105-	Kód k.ú.	340201801	Název k.ú.	MARIÁNSKÉ LÁZNĚ																			
Popis por skup. 7P1; 2 rozrůzněné části; částečně podmáčená; hniloba, vrcholové zlomy; T.O.; domýtit obě části.																														
Hořp	Věk	Zakme	Dřevina	% zast	oupení	Výš	em	Výška	m	Objem	m ³ ak	Bon	rel	Gen	klasif	Poskození	Inise	Zásoba	v m ³ b.k.	Těžba	výchovná	Těžba	obnovní	Profazivky	Zalesnění	Plocha	ha			
Elιάž	130	8	SM	100	100	55	31	2,78	30	3	C					0,45	2	527	237	0	0	0	0,45	237	0	0	3	SM	70	0,45
Elιάž celkem				100												0,00	0	0,45	237	0,00	0	0,45	237	0,00		100		0,45		
Por skup celkem													527	237	0,00	0	0,45	237	0,00	0	0,45	237	0,00		100		0,45			

Příloha č. 7: Číselník pro porost Mýtní těžby.

L 10 - Číselník dlouhého a rovnanného dříví Série A čís. 556897		L 10 - Číselník dlouhého a rovnanného dříví Série A čís. 556898	
KAPITOLA PŘEMĚLY		KAPITOLA ČÍSLA	
Příměr 47/10		Příměr 47/10	
Měřítko 1:100		Měřítko 1:100	
Číslo	Průměr	Číslo	Průměr
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100

841

sa. 10105 m³

h₁ = 10105 m³ · 20% = 2021 m³ / 100 m

h₂ = 10105 m³ · 10% = 1010,5 m³ / 100 m

Pos. 101 44,90 m³

104 56,10 m³

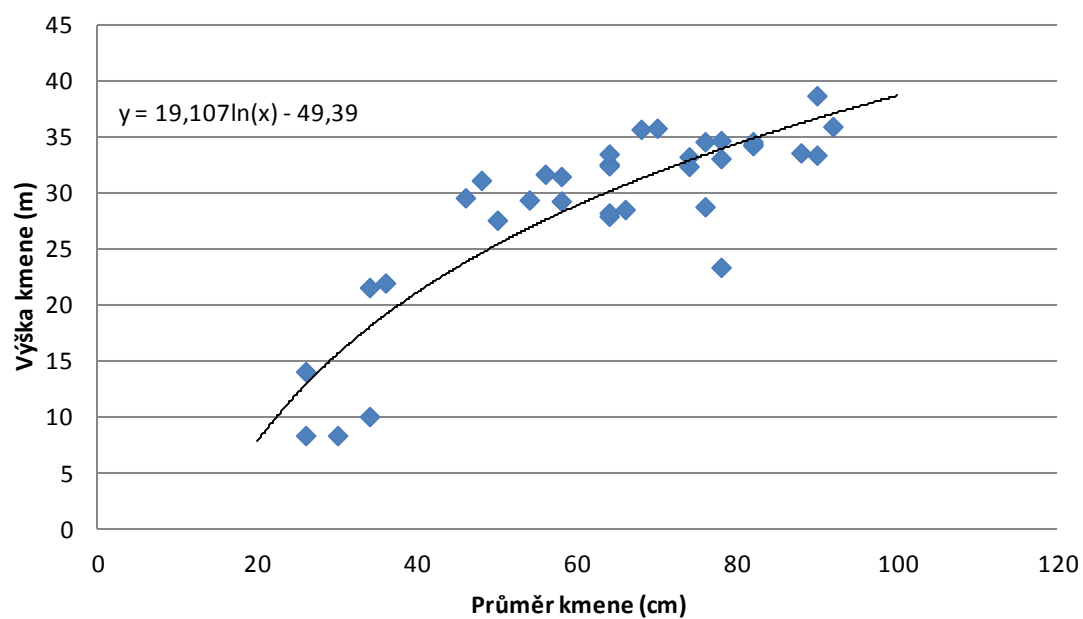
10105 m³

Křídlo pro vložku metr 340 m

VIII / 2012 Společnost Zed.

Příloha č. 8: Výškový grafikon pro porost Mýtní těžby.

Výškový grafikon (Smrk)



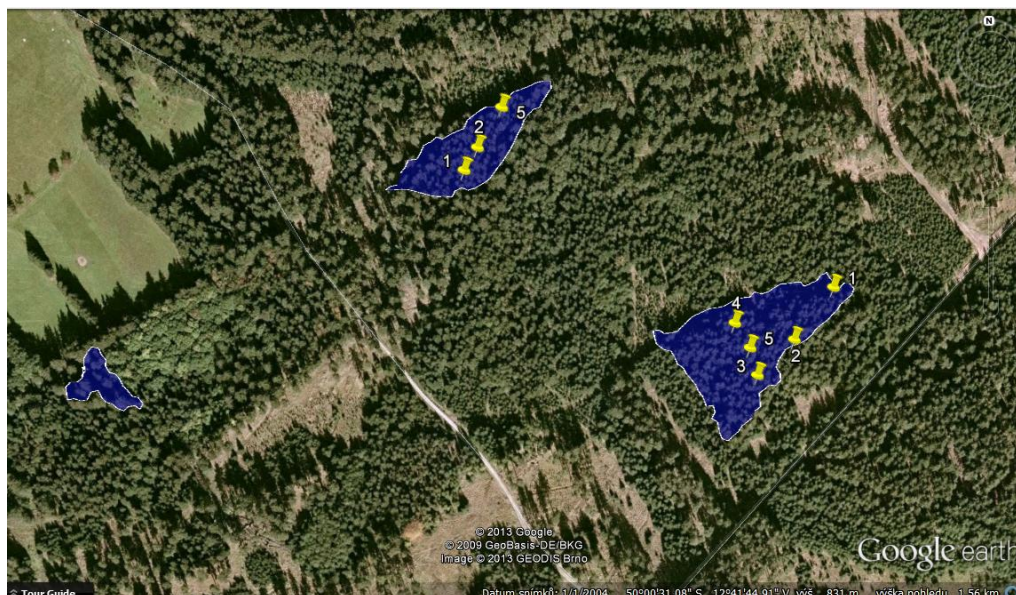
Příloha č. 9: Ilustrační fotografie charakteru lokality Mýtní těžby.



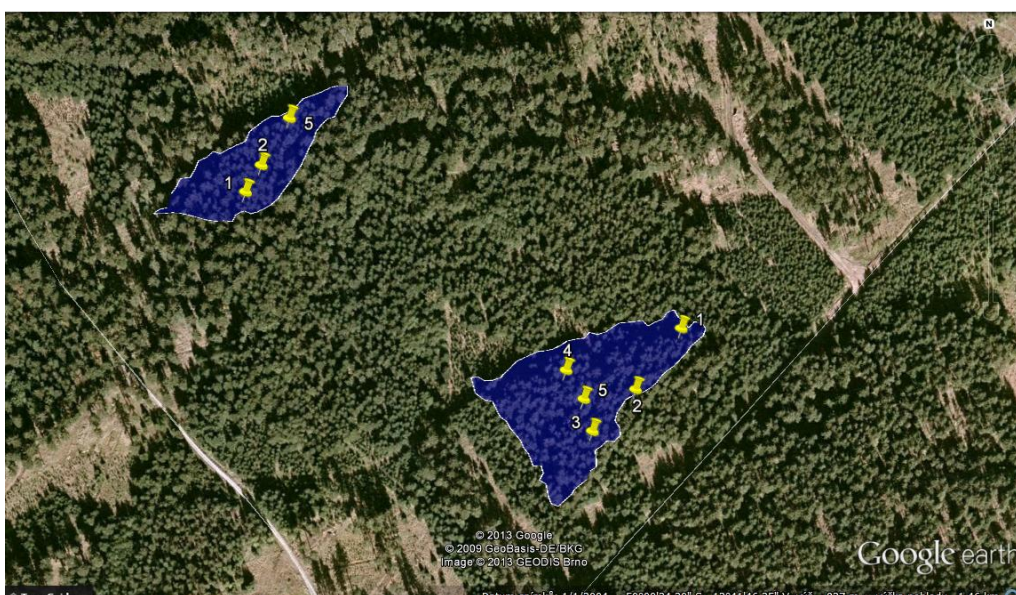
Příloha č. 10: Ilustrační fotografie srostlých stromů na lokalitě Mýtní těžby.



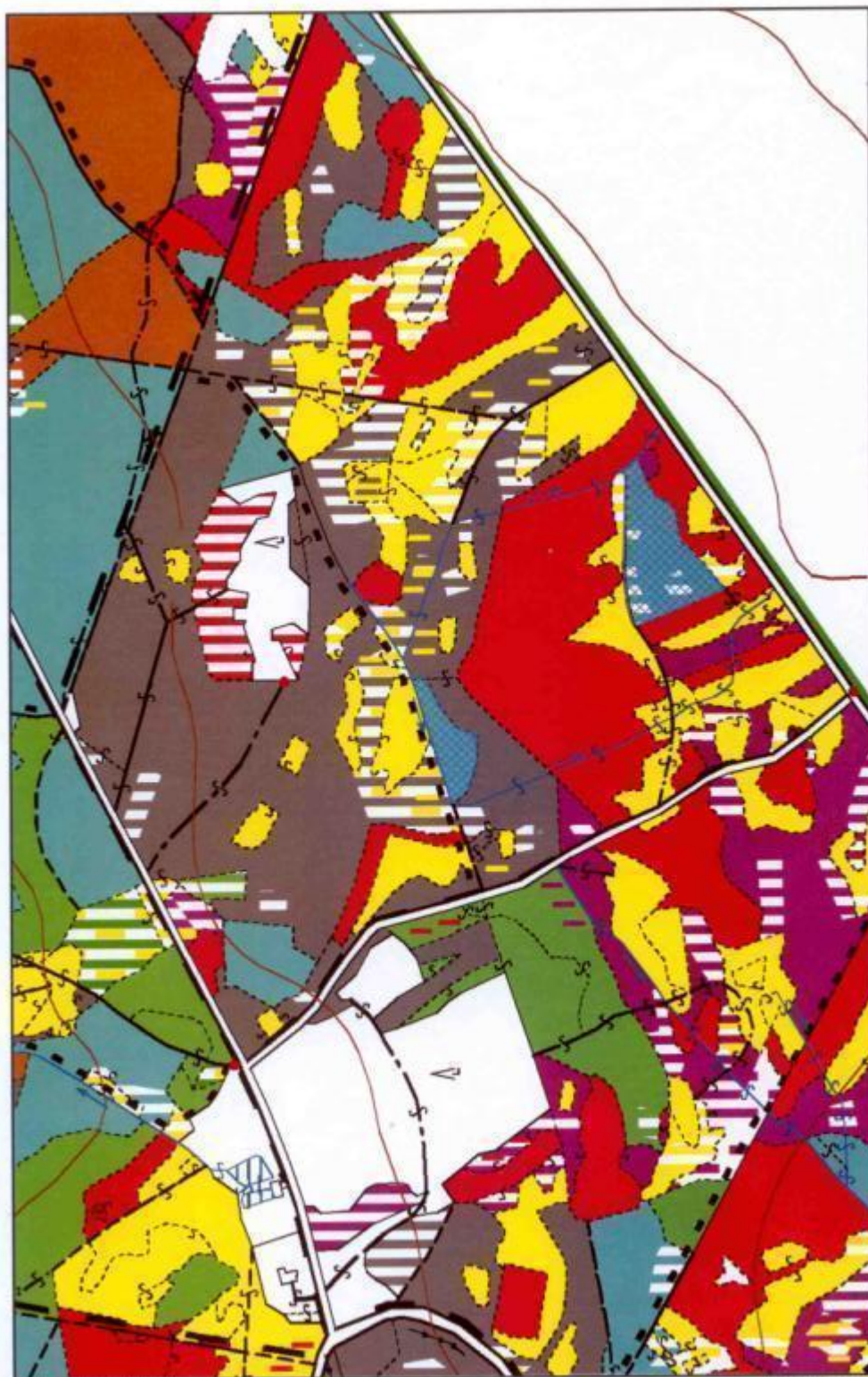
Příloha č. 11: Zobrazení lokality Porostu probírky vzhledem k porostu Mýtní těžby pomocí souřadnic GPS a mapové aplikace Google Earth. Žluté body označují kruhové zkusné plochy.



Příloha č. 12: Zobrazení lokality Porostu probírky pomocí souřadnic GPS a mapové aplikace Google Earth. Žluté body označují kruhové zkusné plochy.



Příloha č. 13: Porostní mapa oblasti porostu probírky. Měřítko 1 : 5 000



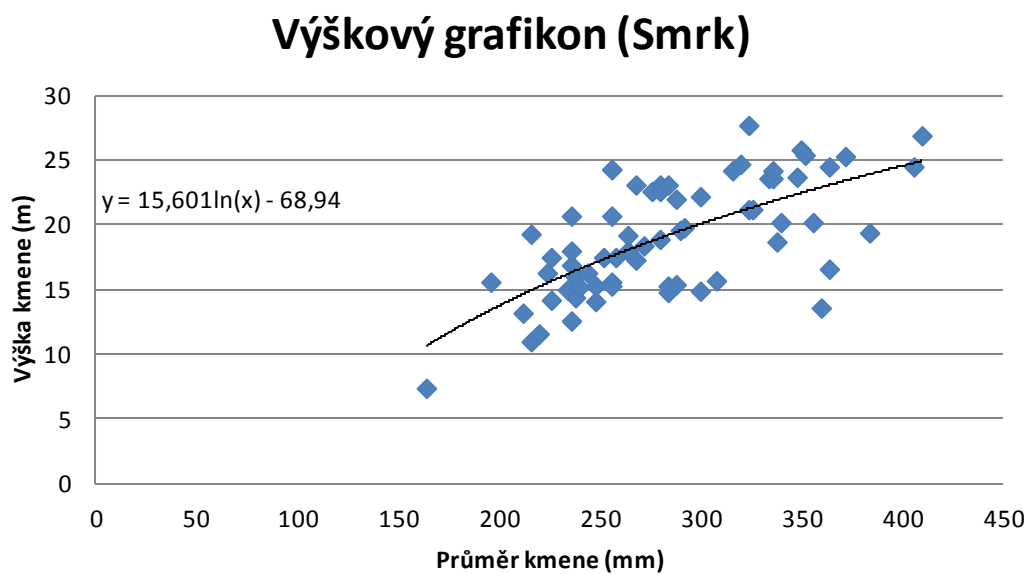
LZ Kladská - Polesí Prameny
Kladská

1 : 5 000

460 B 08 - PÚ nad 40 let

LESVÉR P

Příloha č. 16: Výškový grafikon pro porost probírky.



Příloha č. 17: Ilustrační fotografie charakteru porostu probírky.



Příloha č. 18: Přístroje a pomůcky použité při měření.



Příloha č. 19: Ukázka vyexportovaných dat z průměrky do MS Office Excel. (Soubor s jednotlivými daty - „strom po stromu“) Plocha Mýtní těžby.

Plocha	Kmen c	Drevina	D	D2	Kval	Vyska	Objem (m3)
0	800000001	SM	821	754	ZLOM	23,25	6,3
0	800000002	SM	339	271	1KM	21,45	0,98
0	800000003	SM	499	532	1KM	27,45	2,78
0	800000004	SM	735	560	2KMEN	33,1	5,79
0	800000005	SM	461	471	2KMEN	29,45	2,58
0	800000006	SM	607	549	1KM	29,15	4
0	800000007	SM	749	560	2KMEN	28,65	6,62
0	800000008	SM	698	610	2KMEN	28,4	5,61
0	800000009	SM	660	648	2KMEN	32,3	6,08
0	800000010	SM	495	474	2KMEN	31	3,16
0	800000011	SM	790	768	1KM	34,55	8,6
0	800000012	SM	848	773	1KM	34,25	9,26
0	800000013	SM	718	816	2KMEN	35,65	8,58
0	800000014	SM	956	810	2KMEN	35,8	11,65
0	800000015	SM	879	752	3KMEN	34,1	10,98
0	800000016	SM	374	354	3KMEN	21,85	1,83
0	800000017	SM	882	798	3KMEN	34,45	11,02
0	800000018	SM	821	748	1KM	32,95	8,95
0	800000019	SM	684	671	3KMEN	33,35	6,55
0	800000020	SM	734	738	3KMEN	32,25	7,11
0	800000021	SM	331	335	3KMEN	8,25	0,36
0	800000022	SM	917	883	2KMEN	33,25	11,08
0	800000023	SM	896	932	1KM	33,45	11,36
0	800000024	SM	269	270	1KM	13,95	0,42
0	800000025	SM	543	512	1KM	29,25	3,65
0	800000026	SM	561	560	1KM	31,55	4,02
0	800000027	SM	773	641	1KM	34,45	8,52
0	800000028	SM	344	362	1KM	9,95	0,54
0	800000029	SM	256	249	ZLOM	8,25	0,24
0	800000030	SM	652	621	1KM	27,8	4,76
0	800000031	SM	715	765	1KM	35,55	8,03
0	800000032	SM	656	647	1KM	28,1	4,92
0	800000033	SM	912	891	1KM	38,55	12,91
0	800000034	SM	658	634	1KM	32,45	5,75
0	800000035	SM	593	569	1KM	31,35	4,5

Příloha č. 20: Ukázka vyexportovaných dat z průměrky do MS Office Excel. (Soubor se souhrnem průměrkou vypočtených výsledků - „souhrn“)

JMENO SOUBORU;	MYTNI TEZBA
DATUM;	12072012
LHC	1212
ODDELENI:	
DILEC,porost	
Por.skup a etaz	
Obnovni prvek	
DRUH MERENI	STOJICI
	PRUM.NAPLNO
POZNAMKA;	
Areal	0.13 ha

Drevina	Počet	Objem	Objem str. kmene	D	H	Dg	HDg	G
SM	35	211,31	6,04	647	30,4	744	32,8	16,0
CELKEM	35	211,31	6,04	647	30,4	744	32,8	16,0