

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská

Bakalářská práce

2020

Martin Hloušek

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra hospodářské úpravy lesů

**Možnosti využití moderních prostředků pro terénní měření a sběr
dat jako nástroje pro upřesňování údajů platných LHP**

Bakalářská práce

Autor: Martin Hloušek

Studijní obor: Lesnictví

Vedoucí práce: Ing. Karel Kuželka, Ph.D.

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Hloušek

Lesnictví
Lesnictví

Název práce

Možnosti využití moderních prostředků pro terénní měření a sběr dat jako nástroje pro upřesňování údajů platných LHP.

Název anglicky

Possibilities of modern mensuration instruments as tools for verification and eventual corrections of actual forest management plans.

Cíle práce

1. Seznámit se s nejnovějšími prostředky pro terénní měření a sběr dendrometrických dat. Zvolit a případně přizpůsobit efektivní metodiku jejich praktického použití při zjišťování porostních zásob.
2. Na základě výsledků vlastních měření ověřit přesnost údajů příslušného lesního hospodářského plánu a posoudit vliv případných zjištěných rozdílů na některá současná i budoucí hospodářská opatření, například výši navrhovaných těžeb.
3. Kriticky zhodnotit efektivitu použitých metod a prostředků, coby nástrojů k aktualizaci dendrometrických charakteristik lesních porostů v průběhu platnosti LHP z hlediska jejich možného provozního uplatnění.

Metodika

1. Seznámit se s nejnovějšími typy HW a SW produktů určených pro provozní zjišťování dendrometrických dat, především s možnostmi nejnovějších a v ČR dostupných typů a příslušenství elektronických registračních průměrek, výškoměrů a terénních počítačů (III-VI.2017).
2. Prostřednictvím dostupného vybavení provést vlastní terénní měření formou jak celoplošného průměrování, tak pomocí statistických metod. Odpovídajícím způsobem posoudit a zpracovat pořízená data (VII-XI.2017).
3. Porovnat výsledky vlastního měření s údaji platného LHP a odvodit, do jaké míry mohou případné rozdíly ovlivňovat kalkulované těžební možnosti či limity, včetně kvantifikaci budoucích těžebních možností (XI.2017- I.2018).
4. Zhodnotit časovou náročnost jednotlivých metod a posoudit, do jaké míry je v současných provozních podmínkách jejich použitelné a efektivní (I.-II.2018).

Doporučený rozsah práce

50 stran textu

Klíčová slova

moderní metody zjišťování parametrů lesních porostů, elektronické průměrky, terénní sběr dat, lesní hospodářské plány

Doporučené zdroje informací

KAŠPAR, J. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA, – MARUŠÁK, R. *Hospodářská úprava lesů II*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2016. ISBN 978-80-213-2617-0.
KUŽELKA, K. *Měření lesa : moderní metody sběru a zpracování dat*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, 2014. ISBN 978-80-213-2498-5.
URBÁNEK, V. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA, – MARUŠÁK, R. – KUŽELKA, K. *Dendrometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2015. ISBN 978-80-213-2600-2.
VAN LAAR, A. – AKÇA, A. *Forest mensuration*. Dordrecht: Springer, 2007. ISBN 978-1-4020-5990-2.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Karel Kuželka, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra hospodářské úpravy lesů

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2018

Ing. Peter Surový, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 20. 3. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 12. 06. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Možnosti využití moderních prostředků pro terénní měření a sběr dat jako nástroje pro upřesňování údajů platných LHP vypracoval samostatně pod vedením Ing. Karla Kuželky, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V..... dne.....

Podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat mému vedoucímu práce Ing. Karlu Kuželkovi, Ph.D. za vstřícnost při zpracování této bakalářské práce. Další poděkování patří Střední lesnické a Střední odborné škole ve Šluknově za umožnění získávání dat na školním polesí. Jmenovitě panu Ing. Igoru Hluchému za poskytnutí součinnosti při plánování měření a těžeb.

Abstrakt

Dnešní doba je ve znamení digitalizace. Tento trend se nevyhnul ani lesnictví. Digitální výškoměr a digitální průměrka jsou základním vybavením současného technickohospodářského pracovníka v lesnictví. V této práci najdete seznámení s nejmodernějšími měřicími pomůckami v lesnictví. Jedná se o výškoměry, digitální průměrky ale i metody bezkontaktního měření lesa. Tato práce se věnuje měřením porostů pomocí výškoměru Vertex laser a digitální průměrky DP II s nahraným programem LCRTax. Práce porovnává výsledky vlastního měření s údaji z lesního hospodářského plánu a zároveň s množstvím dříví vytěženého na zájmových plochách. Měření ploch bylo prováděno dvěma metodami, a to průměrkováním naplno a metodou kruhových zkusných ploch. Zájmová lokalita měření se nachází v okolí nejsevernějšího města České republiky, Šluknova. Konkrétně na KÚ Šluknov a Království. V závěru práce jsou metody porovnávány z hlediska přesnosti i časové náročnosti.

Klíčová slova: elektronické průměrky, lesní hospodářské plány, moderní metody zjišťování parametrů lesních porostů, terénní sběr dat

Abstract

Today is marked by digitization. This trend has not escaped forestry either. The digital hypsometer and digital caliper are the basic equipment of the current technical-economic worker in forestry. In this work you will find acquaintance with the most modern measuring aids in forestry. Such as hypsometers, digital averages and methods of non-contact forest measurement. This work focuses on measurement of forest stands by using a vertex laser hypsometer and digital caliper DP II with a recorded program LCRTax. The work compares the results of the actual measurement with the data from the forest management plan and at the same time with the amount previously mined in the areas of interest. Area measurements were performed by two methods, namely full calipering and the method of circular sample plots. The area of interest of the measurement is located near by the northernmost town of the Czech Republic, Šluknov. Specifically, at the region Šluknov and Království. At the end of the Bachelor thesis, the methods are compared in terms of accuracy and complexity.

Keywords: electronic averages, field data collection, forest management plans, modern methods for determining the parameters of forest stands

Obsah

Úvod.....	1
1. Cíle práce	2
2. Literární rešerše	2
2.1. Stromové veličiny a metody jejich získávání	2
2.1.1. Stromové veličiny	2
2.1.2. Přístroje na měření výšek	4
2.1.3. Přístroje na měření tloušťek.....	5
2.2. Porostní veličiny a metody jejich získávání	8
2.2.1. Porostní veličiny.....	8
2.2.2. Průměrkování naplno	9
2.2.3. Metoda zkusných ploch.....	10
2.2.4. Objemové tabulky	12
2.3. Moderní metody měření porostů	14
2.3.1. Ruční digitální přístroje.....	14
2.3.2. Fotogrametrie	14
2.3.3. Dálkový průzkum země	15
2.3.4. Laserové skenování	15
2.3.5. Drony – RPAS.....	15
3. Metodika	33
3.1. Popis lokality	33
3.1.1. Výběr ploch	33
3.2. Použité přístroje a pomůcky	36
3.3. Sběr dat.....	37
Vytyčení ploch	37
3.4. Měření a sběr dat	37
3.4.1. Měření výšek	37
3.4.2. Měření tloušťek (d).....	37
3.4.3. Průměrkování naplno	37
3.4.4. Vytyčení KZP.....	37
3.5. Zpracování dat a výpočty	38

4.	Výsledky	38
4.1.	Plocha 1	38
4.1.1.	Průměrkování na plno	38
4.1.2.	KZP 1	38
4.1.3.	KZP 2	39
4.1.4.	Plocha 1 shrnutí.....	39
4.2.	Plocha 2	42
4.2.1.	Průměrkování na plno	42
4.2.2.	KZP 1	42
4.2.3.	KZP 2	42
4.2.4.	Plocha 2 shrnutí.....	42
4.3.	Plocha 3	44
4.3.1.	Průměrkování na plno	44
4.3.2.	KZP 1	44
4.3.3.	KZP 2	45
4.3.4.	Plocha 3 shrnutí.....	45
5.	Plocha 4.....	47
5.1.1.	Průměrkování na plno	47
5.1.2.	KZP 1	48
5.1.3.	KZP 2	48
5.1.4.	Plocha 4 shrnutí.....	48
5.2.	Plocha 5	50
5.2.1.	Průměrkování na plno	50
5.2.2.	KZP 1	51
5.2.3.	KZP 2	51
5.2.4.	Plocha 5 shrnutí.....	51
5.3.	Plocha 6	53
5.3.1.	Průměrkování na plno	53
5.3.1.	KZP 1	53
5.3.2.	KZP 2	54
5.3.3.	Plocha 6 shrnutí.....	54
5.4.	Shrnutí	55

6. Diskuze	56
6.1. Porovnání dat z LHP a skutečné těžby	56
6.2. Porovnání dat z PN a skutečné těžby.....	56
6.3. Porovnání dat z KZP a skutečné těžby	57
Závěr a doporučení	37
Seznam literatury a použitých zdrojů	38
Přílohy.....	41

Seznam grafů

graf 1 (Rozdíly měření v metodách PN a KZP plocha1).....	40
graf 2 (Procentuální odchylky mezi metodami PN a KZP plocha 1)	40
graf 3 (Rozdíly měření v metodách PN a KZP plocha2).....	43
graf 4 (Procentuální odchylky mezi metodami PN a KZP plocha 2)	43
graf 5 (Rozdíly měření v metodách PN a KZP plocha 3).....	46
graf 6 (Procentuální odchylky mezi metodami PN a KZP plocha 3)	46
graf 7 (Rozdíly měření v metodách PN a KZP plocha4).....	49
graf 8 (Procentuální odchylky mezi metodami PN a KZP plocha 4)	49
graf 9 (Rozdíly měření v metodách PN a KZP plocha 5).....	52
graf 10 (Procentuální odchylky mezi metodami PN a KZP plocha 5)	52
graf 11 (Rozdíly měření v metodách PN a KZP plocha 6).....	54
graf 12 (Procentuální odchylky mezi metodami PN a KZP plocha 6)	55

Seznam tabulek

Tabulka 1 Standardizované velikosti kzp v závislosti na počtu stromů na ha **Chyba! Záložka není definována.**

Tabulka 2 (výsledky plocha1)	40
Tabulka 3 (výsledky plocha 2)	44
Tabulka 4 (výsledky plocha 3)	Chyba! Záložka není definována.
Tabulka 5 (výsledky plocha 4)	50
Tabulka 6 (výsledky plocha 5)	53
Tabulka 7 (výsledky plocha 6)	55
Tabulka 8 (Výsledné odchylky vztažené k skutečně vytěženo)	56

Seznam obrázků

Obrázek 1 (měření s výškoměrem nikon laser forestry pro).....	4
Obrázek 2 (Vertex laser geo)	5
Obrázek 3 DME adaptér	6
Obrázek 4 DME adaptér při kooperaci s transpondérem T3	6
Obrázek 5 Navigace k uložení pozici promítnuté na mapovou aplikaci	7
Obrázek 6 Zaznamenávání pozic jednotlivých kruhových zkusných ploch	7
Obrázek 7 postup měření při kalibraci harvestoru	8
Obrázek 8 Digitech® Tape	8

Seznam zkratek

PN – průměrkování naplno

KZP – Kruhová zkusná plocha

RPAS – Remotely piloted aircraft systems (drony)

GPS – Globální družicový polohový systém

DPZ – Dálkový průzkum země

JOK (JHK) - jednotné objemové křivky (jednotné hmotové křivky)

ULT – Hmotové tabulky

PLS – Pozemní laserové skenování

LLS – Letecké laserové skenování

LHP – Lesní hospodářský plán

Úvod

Digitalizace je trendem dnešní doby. Proto doba papírových zápisníků v lesnictví pomalu končí, a je nahrazována digitálními technologiemi. První, co zažilo přechod od analogie k digitálu byly výškoměry. Hlavní událostí však bylo digitální měření objemu dřeva. To se dělo hlavně ve dvou rovinách. První směr byl u strojů, a to především u harvestorových technologií těžby. Pro měření porostů je však důležitější druhý směr. Ten se soustřeďuje na ruční měřící pomůcky. Hlavním krokem jsou digitální průměrky. Díky nim dnes již papírový zápisník není potřeba. Když digitální průměrky dostaly dokonalejší software, tak už nesloužily jen jako zápisníky, ale i pro zpracování naměřených dat. Další evolucí byla konektivita těchto průměrek. Díky konektivitě je možné data jednoduše kopírovat a přemísťovat, bez jejich přepisování. Když se k průměrkám začaly připojovat další adaptéry, například s možností zaznamenávat polohu GPS, začala průměrka sloužit nejen jako prostředek měření stromů, ale i pro měření ploch a mapování. S rozmachem bezdrátových sítí a smart technologií se dostáváme k dnešním trendům. Dnes je snaha o reálné sdílení dat napříč podnikem. To vyžaduje centrální vzdálené úložiště. Výhodou může být centralizované řízení produkce, kdy dispečer pošle revírníka někam měřit přes mobil s polohou GPS. Revírník provede zadané měření a odešle na cloud. Dispečer odešle naměřená data těžaři, a zároveň už může plánovat odvoz dříví. Bohužel nevýhodou je určitá ztráta kontaktu s lesem, a tím i ztráta romantiky lesnictví. Ještě je tu jeden evoluční krok, a to bezkontaktní měření lesa. Tam je budoucnost v dálkovém průzkumu země (DPZ) nebo v dronech. U dronů je výhoda, že mohou autonomně létat uvnitř porostu a pomocí laserových sítí měřit porosty opravdu přesně. Do budoucna je možné, že drony budou vytvářet naprosto přesné 3D modely našich lesních porostů. Tato práce bude porovnávat vlastní měření s LHP. Měření bude probíhat dvěma metodami. První metodou bude porost změřen naplno a druhou pomocí metody kruhových zkusných ploch. Naměřené výsledky se poté ještě porovnají se skutečně vytěženým množstvím dříví.

1. Cíle práce

- Prvním cílem této práce je seznámení se s moderními přístroji pro měření dendrometrických veličin. Seznámit se s jejich možnostmi a přesností měření. Další cíl je seznámit se s jejich ovládním a praktickém používání.
- Druhým cílem je provedení vlastního měření v porostu. Samotné měření provést dvěma metodami. První je průměrkování naplno a druhá je metoda kruhových zkusmých ploch
- Třetím cílem je porovnání měření mezi jednotlivými metodami. A zároveň porovnání naměřených hodnot s údaji z LHP.
- Čtvrtým cílem je porovnat hodnoty množství skutečně vytěženého dříví s naměřenými hodnotami a zhodnotit přesnost měření.
- Pátým cílem je kriticky zhodnotit výsledné rozdíly. Najít důvody těchto rozdílů a navrhnout postupy pro jejich snížení
- Šestým cílem je ověřit následující předpoklad vývoje naměřených dat.
 - 1) Skutečná zásoba bude vyšší než zásoba v LHP.
 - 2) Průměrkování naplno bude mít chybu do 10 %.
 - 3) Kruhové zkusné plochy budou mít chybu do 20 %.

2. Literární rešerše

2.1. Stromové veličiny a metody jejich získávání

2.1.1. Stromové veličiny

Stromové veličiny jsou vždy vázány k jednomu konkrétnímu stromu. Z dostatečně velkého souboru stromových veličin lze získat veličiny porostní. Základními veličinami jsou výška h , měřená v centimetrech, tloušťka d , měřená také v centimetrech a objem v , měřený v metrech krychlových. V rámci měření jednoho stromu ještě rozlišujeme, zda se jedná o nadzemní část, tj. od počátku kmene, až po konečky větví koruny, nebo zda se jedná o podzemní část, která počíná pařezem a končí špičkami kořenů. Podle toho, která nadzemní část stromu nás zajímá, ještě můžeme dělit na hmotu hroubí a nehroubí. Nehroubí je taková část stromu, jejíž tloušťka nepřesáhne 7 cm s kůrou včetně a nehroubí větví a kmene nám dá dohromady celkové nehroubí. Opakem je hmota hroubí. Ta je silnější než 7 cm a opět součet hroubí kmene a větví nám dá celkové hroubí. Celkový objem stromu tedy vznikne součtem objemů hroubích i

nehroubích. Pokud přičteme i asimilační orgány a pařez s kořeny, tak máme absolutní objem stromu, zvaný dendromasa.

OBĚM = množství dřevní hmoty, kterou strom obsahuje. V praxi většinou odvozená výpočtem z měřených veličiny výšky a délky. Lze ovšem měřit i přímo. Starší metody přímého měření jsou založeny na fyzikálních principech. První způsob je xylometrický. Ten vychází z pravidla, že těleso ponořené do kapaliny vytlačí přesně tolik kapaliny, jaký je jeho vlastní objem. Druhý je založený na Archimedově zákoně = těleso ponořené do kapaliny pozbývá tolik své váhy, kolik činí váha kapaliny tělesem vytlačená. Moderní přímé metody jsou založeny hlavně na laserovém skenování, které vytvoří 3D model. Z něho se vypočítají potřebné veličiny. Základní rozdělení objemu je objem s kůrou (s. k.) nebo objem bez kůry (b. k.). Veličiny pro získání se měří s kůrou, ale výsledné objemy jsou již bez kůry. Toho se většinou dosahuje tzv. přepočtovými koeficienty. Koeficienty se liší hlavně podle dřeviny, ale například i podle dohody ve smlouvě s odběratelem. Dále lze objem dělit na hroubí a nehroubí či například na stromoví, kmenoví a větví. Případně na kombinace např. nehroubí větví.

VÝŠKA = vzdálenost od paty kmene až po vrchol terminální části kmene. Výšku stojícího stromu určujeme vždy jako odvozenou veličinu výpočtem. Výpočet je založený na trojúhelnících, jejich úhlech a goniometrických funkcí. Starší výškoměry např. Blume-Leiss mají stupnice spojeny s konstantní odstupovou vzdáleností, a je nutné provádět početní korekce při měření ve svahu. To znamená, že pro každý strom si musím najít speciální měřicí stanoviště což je zdlouhavé. Dnešní moderní digitální přístroje umožňují z 1 měřicího stanoviště změřit více stromů, což velice usnadňuje a zrychluje práci.

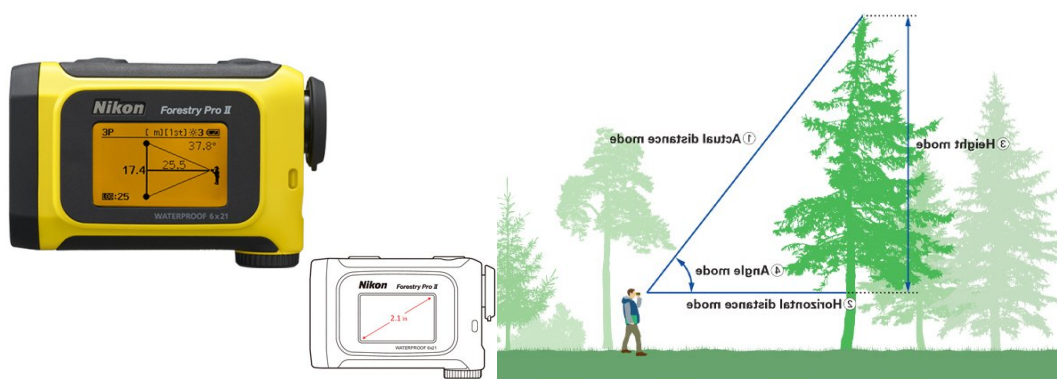
TLOUŠŤKA = šířka kmene v určité části kmene. Je to přímo měřená veličina. V praxi se u stojících stromů nejčastěji používá tzv. výčetní tloušťka (tj. tloušťka v 1,3 metru od země). U ležícího stromu se používají 3 tloušťky, a to d čela (silnější konec kmene) d čepu (slabší konec kmene) a d v ½ kmene. U moderních strojů např. harvesteru se tloušťka měří po stejně dlouhých sekcích. Tloušťka se dá měřit metrem, jako obvod přepočtený na průměr. V praxi se ovšem používají průměrky, dříve dřevěné, se stupnicí na centimetry, dnes většinou z lehkých slitin hliníku s milimetrovou stupnicí, případně doplněny o digitální čtecí a početní zařízení.

Další stromové veličiny jsou kruhová základna (g v m²), výtvarnice (f), věk (t v rocích), přírůst (i v cm/rok), výška nasazení koruny (hc v m), průměr koruny (dc v m), biomasa (B v t nebo kg sušiny)

2.1.2. Přístroje na měření výšek

Nikon Laser Forestry Pro

Tento výškoměr je určen především pro běžnou lesnickou praxi. Je založen na měření vzdáleností pomocí laseru a integrovaného úhloměru. Umožňuje pouze dvoubodové a třibodové měření výšek. Hlavním omezením je potřeba přímého výhledu na body měření. Nikon se snaží tento problém redukovat třemi režimy míření. První je prioritou nejvzdálenějšího bodu, druhý prioritou nejbližšího bodu. Třetí režim je pro zjištění orientačních vzdáleností více bodů na jedné lince. Při stisknutí tlačítka realtimeve se ukazují měřené hodnoty. Pro přesnější zacílení je digitální hledáček opatřen šestinásobným optickým zoomem. Měření vzdáleností je v rozsahu od 7,5 m do 1600 m. Přesnost měření vzdáleností při měření do 1000 m je $\pm 0,3$ m a při vzdálenostech nad 1000 ± 1 m.



Obrázek 1 (měření s výškoměrem nikon laser forestry pro) (10)

Vertex laser geo

Jedná se o velice přesný multifunkční přístroj. Hlavní výhodou je možnost měření za pomoci laseru nebo ultrazvuku. Další výhodou je možnost optimalizace přesnosti a rychlosti práce, a to díky možnosti volby jedno bodového, dvou bodového a tří bodového měření. Samozřejmostí je integrovaný úhloměr s přesností $\pm 0,1$ stupně. Laserové měření je vhodné pro přehledné situace, tj. bez hustého podrostu nebo při nízkém nasazování korun měřeného porostu. Další využití je pro měření delších vzdáleností. Rozsah měření je od 46 do 700 m. Přesnost laserové metody je $\pm 0,1$ m. Při ultrazvukovém měření je potřeba transpondér T3 s vlastními bateriemi. Vhodnější je pro měření porostů přehoustlé či s vysokým podrostem, protože ultrazvuku nevadí překážky. Dále je vhodnější pro přesnější měření (např. vytyčování zkusných ploch). Přesnost měření je 0,01m ovšem maximální dosah měření je 30 m. Samotné vyhodnocení

výšky je algoritmem dopočítáno z údajů uvedených výše. Rozsah měření výšek je v rozmezí 0–999 m a s přesností 0,1 m.



Obrázek 2 (Vertex laser geo) (17)

2.1.3. Přístroje na měření tloušťek

HAGLÖF průměrka DP II

Skládá se ze tří částí (dvou hardwarových a jedné softwarové). První částí je třmen. Třmen je samotné tělo průměrky, které se zakládá ze dvou ramen a těla se stupnicí. Jedno rameno je pevné a druhé posuvné. Posuvným ramenem se pohybuje po stupnici. Stupnice je na těle nakreslena barvou. Odečítání probíhá elektronicky ze zařízení uvnitř těla stupnice. Druhou částí je samotný počítač DP II. Do něj se přenáší všechny naměřené hodnoty. Přenos probíhá buď přes kovové kontakty na těle průměrky a ze spodu počítače DP II nebo pomocí technologie Bluetooth. Tělo průměrky může být opatřeno měřicí spouští. Potom není třeba počítač DP II mít připojený k tělu průměrky a přenos dat probíhá na dálku. Forma zpracování naměřených dat a konečné výstupy záleží na konkrétním softwaru, který je nahrán. Všechny výstupy lze přehrát v klasickém PC ve formě xls. souborů.

Adaptéry k DP II a jejich funkce

- **DP DME:** Jedná se o adaptér pro měření vzdálenosti. Vzdálenost je měřena na principu ultrazvuku. Pro měření je potřeba transpondér T3. Jak DME, tak transpondér T3 potřebují pro svůj provoz vlastní baterie. Využívá se především při měření kruhových zkusných ploch. Vzdálenost od středu kruhu se rovnou zapisuje ke stromu (při měření tloušťky). Software je schopen vyhodnotit, zda je strom zaujatý či ne. (osu kmene vypočte z tloušťky a promítne do ní vzdálenost od středu). Maximální dosah měření je 30 m (při měření v režimu 360° je maximální dosah 20 m). Přesnost je +/- 1 % a lepší. Záleží na teplotě a vlhkosti. Je důležité nechat přístroj i transpondér přizpůsobit podmínkám na pracovišti. Dále záleží na okolních zvucích – vodopád, motorové pily, cvrčci...).



Obrázek 3 DME adaptér (5)



Obrázek 4 DME adaptér při kooperaci s transpondérem T3 (5)

- **DP GPS:** tento adaptér obsahuje 33kanálový GPS přijímač. Tento přijímač podporuje příjem signálů ze satelitních systémů GPS, GLONASS, Galileo a GZSS. Obsahuje algoritmy pro výpočty pozic satelitů s predikcí na 3 dny dopředu. Díky těmto vlastnostem dosahuje přesnosti 2,5 m v otevřeném terénu. Rozsah použití je závislý na

použití konkrétní aplikace pro práce s daty. Jde především o určení polohy zájmového objektu (zlom, kůrovcový strom, skládka...) pro pozdější návrat k tomuto objektu. Lze takto určovat výměry porostů a velikosti pracovišť. Dále promítnutí dat na onlinové mapové aplikace, lepší management a organizaci prací v provozu.



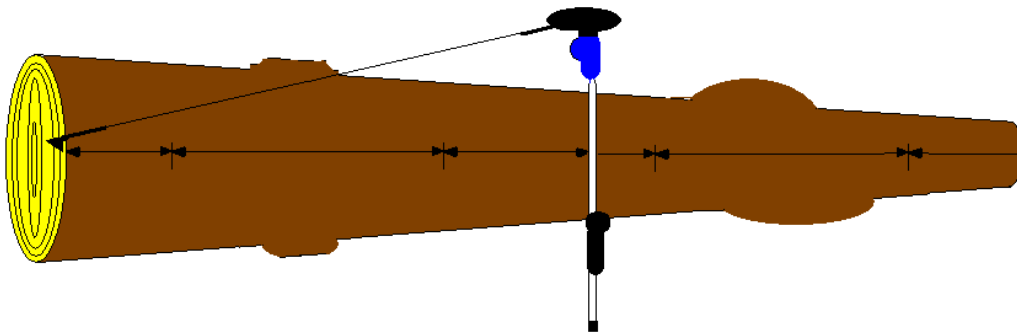
Obrázek 5 Navigace k uložení pozici promítnuté na mapovou aplikaci (6)

- **DP DME GPS:** Kombinuje možnosti DME A GPS modulu. Hlavní výhodou je integrace těchto dvou funkcí v jednom modulu.



Obrázek 6 Zaznamenávání pozic jednotlivých kruhových zkusných ploch (6)

- **Digitech® Tape:** Jedná se o adaptér nahrazující pásmo. Uvnitř se nachází 7 metrů neroztažného ocelového lanka. Lanko je umístěno na samonavíjecí cívce s brzdou navíjení. Odečítání hodnot probíhá elektronicky, snímačem. Adaptér ke svému provozu potřebuje vlastní baterii. Je využíván především pro kalibraci harvestorů. Ke kalibraci je potřeba mít speciální software Skalman® firmy Haglöf. Přesnost měření je 0,2 mm při maximální délce měřidla



Obrázek 7 postup měření při kalibraci harvestoru (3)



Obrázek 8 Digitech® Tape (3)

2.2. Porostní veličiny a metody jejich získávání

2.2.1. Porostní veličiny

Porostní veličiny číselně reprezentují celý měřený porost. Celým porostem je v tomto případě myšlena konkrétní jednotka prostorového rozdělení lesa (JPRL). Dají se měřit přímo měřením celého porostu (velice zdlouhavé), nebo dopočtením veličin ze změřených reprezentativních

vzorků porostu a rozpočítáním na celý porost. Speciální možností s menší přesností jsou matematické modely. Porostní veličiny lze vztáhnout k celému porostu, na 1 ha porostu nebo k průměrnému stromu. Mezi základní porostní veličiny patří následující: výměra porostu P – velikost porostu udávaná v plošných jednotkách nejčastěji ha nebo m^2 , dále počet stromů – množství stromů vztahených k rozloze dané plochy. V neposlední řadě také kruhová základna G – jedná se o sumu všech $g_{1,3}$ na dané ploše, zásoba porostu V – suma všech v v jednotlivých stromů v porostu. Dále to jsou všechny průměrné hodnoty stromových veličin jako např. střední tloušťka d_s , střední výška h_s nebo objem středního kmene v_s atd. Věk T – stáří porostu nebo jednotlivých etází. Přírůsty – změna objemů (velikosti, výšky, hmotnosti) v čase. Bonita q – míra kvality stanoviště vyjádřena jeho produkčním výkonem např. střední výškou porostu = jak vysoký bude průměrný strom ve 100 letech. Zakmenění Z – vyjadřuje využití produkční plochy v procentech vyjádřených desetinným číslem. Zastoupení ZD – opět procentuální vyjádření podílů jednotlivých druhů dřevin v porostu. Dále máme ještě kvalitativní veličiny hodnocení porostu jako je zdravotní stav či tloušťková či sortimentační struktura porostu.

2.2.2. Průměrkování naplno

Jde o celoplošné zjišťování jednotlivých veličin porostu, tzn. měření strom po stromu. Tato metoda je velice přesná a to $\pm 4-5\%$ ovšem její hlavní nevýhodou je časová a finanční náročnost, proto je vhodná jen na malé (porosty cca do 3 ha) a prořídle porosty, či pro vědecké účely nebo před těžbou. Při samotném měření se porost rozdělí do tloušťkových stupňů (2 - 4 cm), pro které se pak zjišťují jednotlivé porostní veličiny.

CHYBY: Odstranitelné chyby jsou z nesprávně měřící průměrky. Při chybě průměrky do 2 cm je chyba do 5 %. Další chybou může být přikládání průměrky do nesprávné výšky, tj. jiné než výčetní. Obecně odstranitelné chyby pro měření stromových veličin. Mezi neodstranitelné chyby patří chyba z nepravidelnosti tvaru příčného na osu kmene. Při počtu stromů nad 100 ks chyba do 1 %. Dále subjektivní chyby pracovníka plynoucí z vynechání či dvojitého započítání stromu, nesprávným odečtením z měřících pomůcek nebo zapsáním správných hodnot do špatné kolonky v měřícím formuláři. Zde je rozpětí chyb velké, protože velice záleží na kvalitě a koncentraci pracovníka. Úmyslné chyby jsou v tomto případě způsobovány zaokrouhlováním při zařazování do tloušťkových stupňů, kde se chyba pohybuje od 1 % až po 1,5 % v závislosti na stejnověkosti či různověkosti porostu.

Pro měření porostu se musí provést 3 samostatné operace, a to následujícím pořadím:

2.2.2.1. Měření tloušťek

Provádí se na celé zájmové ploše. Tloušťky se rozdělí do tloušťkových stupňů. V české praxi je to nejčastěji interval po 4 cm. Při práci se doporučuje mít 3 až 4člennou skupinu pracovníků. Jeden je zapisovatelem a zbylí jsou měřiči. Každý měřič má přidělen 5–15 m široký pruh ve kterém měří stromy a již změřené značí křídou. Měřiči jednotlivě hlásí naměřené údaje zapisovateli, a to ve formátu dřeviny a tloušťky (např. borovice 24). Zapisovatel zapisuje do formuláře zvaného průměrkovací zápisník dle dřevin a tloušťkových stupňů, formou 4+1 čárka pro rychlejší součty při následném zpracování dat.

2.2.2.2. Měření výšek

Ačkoli se jedná o celoplošnou metodu, měření výšek se provádí na výběrových vzorcích. Důvodem je většinou menší variabilita výšek porostu a také větší chyba při měření výšek než při měření tloušťek, a tudíž i menší rozdíl ve výsledné zásobě. Důležité je ovšem rozlišit, zda se jedná o stejnověké či ne stejnověké porosty. Podle toho totiž zvolíme metodu výběru reprezentativních jedinců. Při různověkém porostu změříme 3 až 5 (záleží jaká je četnost kusů v jednotlivých tloušťkových stupních) tloušťek, ze kterých pak následně lze sestavit výškovou křivku dřeviny. Ta se sestavuje pro každou dřevinu zvlášť. U stejnověkých porostů (tam se jedná převážně o jedno vrcholové rozdělení tloušťkových četností), nejprve vypočteme střední kmen, a to buď klasický d_g nebo Weiseho d_w . Poté v porostu vyhledáme 10–25 jedinců s ± 3 cm odchylkou od d_g či d_w a změříme jejich výšky. Následně si zvolíme modelovou křivku ze systému JHK.

2.2.2.3. Výpočet zásoby

Zásoba se stanoví jako suma všech zásob v jednotlivých tloušťkových stupních, a to podle vzorce: $V = \sum_{j=1}^j n_j * v_j$

Kde V je celkový objem, n je počet stromů v tloušťkovém stupni a v je a objem stromu v tloušťkovém stupni. Jednotlivé objemy v tloušťkových stupních se stanovují dle metod ULT a JOK popsaných níže.

2.2.3. Metoda zkusných ploch

Tato metoda je alternativou k plnoplošnému průměrkování větších porostů. Principem je vybrat určitý počet zkusných ploch, které reprezentují celý porost. Pro co nejpřesnější reprezentování porostu je důležité zkusné plochy správně rozmístit, správně zvolit jejich

velikost a zvolit správný počet ploch. Naměřené výsledky je potřeba rozpočítat na celý porost (případně na ha). Samotné vytyčovací údaje je vhodné mít vypočtené na základě matematicko-statistických výpočtů.

2.2.3.1. Kruhové plochy

Kruhové zkusné plochy jsou o různých velikostech s poloměrem r . V terénu se dají přesně vytyčit. Díky kruhovému tvaru je minimalizován okraj plochy a tím je i minimalizován počet hraničních stromů. Kruhové zkusné plochy mají menší rozměry, a proto se jich do porostu umísťuje více. To vede k větší přesnosti. Vhodnost je proto i do hodně variabilních porostů. Mezi hlavní nevýhodu je složité vytyčování větších ploch ve svazích. Pro vytyčení sítě kruhových zkusných ploch potřebujeme znát velikost kruhu, počet kruhů, odstupovou vzdálenost mezi kruhy a intenzitu výběru. Velikost zkusných ploch – je vhodné používat různé velikosti ploch (doporučuje se od 1 do 10 arů), Velikost je závislá na hustotě porostu. Stanovuje se tak, aby se na každé ploše nacházelo 15-25 stromů. Velikost plochy se vypočte

$$\text{ze vztahu } P = \frac{\text{Optimální počet stromů v kzp}}{\text{Počet stromů na ha}}$$

Tabulka 1 Standardizované velikosti KZP v závislosti na počtu stromů na ha

Standardizované velikosti KZP v závislosti na počtu stromů na ha		
Velikost kruhu	Poloměr kruhu v m	Počet na ha
1 ar	5,64	1500+
2 ary	7,98	800-1500
3 ary	9,77	500-800
5 arů	12,62	300-500
6 arů	17,84	Do 300

Počet zkusných ploch je dán vzorcem $n = \frac{t^2 \cdot v_x \%^2}{\Delta_x \%^2}$. Variční koeficient je pro zjednodušení vyjádřen stupněm rozrůzněnosti. Jen je v jednotkách 1 až 3. První stupeň je mírný a třetí velice rozrůzněný. Stupeň 1 se rovná variačnímu koeficientu 18. Stupeň 2 se rovná variačnímu koeficientu 30. Stupeň 3 se rovná variačnímu koeficientu 42. Tyto hodnoty platí pro přesnost $\pm 10\%$ (Šmelko 2003). Intenzita výběru vyjadřuje, kolik procent zaujímá plocha KZP z celkové plochy měřeného porostu. Vzorec je $i \text{ v } \% = \frac{\text{Součet ploch všech kzp}}{\text{Celková plocha porostu}}$.

Rozestupy mezi KZP. Je vhodné volit systematicky. To znamená rozmístit je po porostu v nějaké síťové formě. Forma může být pravidelná a nepravidelná. Pravidelné forma má

charakter čtvercové sítě ($s \cdot s$) o hraně vypočtené dle vzorce $s (m) = 100 \cdot \sqrt{\frac{P (ha)}{n}}$.

Nepravidelná forma má charakter obdélníkové sítě ($s_1 * s_2$) o hraně vypočtené dle vzorce $s_1 (m) = 10000 * \sqrt{\frac{P (ha)}{n*s_2}}$. Intenzita výběru je důležitý ukazatel pro efektivitu. Hranice se pohybuje mezi 25–30 %. Při větším výběru jsou již náklady hodně vysoké ale přesnost se nezvyšuje. Proto je lepší využít celoplošného průměrkování.

Namísto těchto výpočtů jsou vytvořeny kalkulační monogramy (Šmelkův univerzální monogram). V nich se, na základě rychlého stanovení vstupních údajů, dohledají parametry pro KZP. Monogramy jsou použitelné pro taxační účely a postavené k určité požadované přesnosti. Samotné vytyčení kruhové zkusné plochy v terénu probíhá stanovením středu KZP. Z tohoto bodu se pásmem či dálkoměrem měří vodorovné vzdálenosti. Ve svahu je nutné pásmo držet ve vodorovné poloze nad terénem. Stromy uvnitř kruhu jsou zaujaté. Stromy, jejichž poloměr r prochází osou kmene jsou hraniční a započítávají se $\frac{1}{2}$. Stromy mimo kruh jsou stromy nezaujaté. Následně se měří průměry a to tak, aby ramena průměrky směřovala vždy do středu KZP a poté výšky 3-5 na tloušťkový stupeň. Nevýhodou je relativně malý počet pásů. Díky ucelenosti pásů zde, ne zcela dokonale, funguje teorie náhodného výběru.

2.2.3.2. Pruhové plochy

Opět reprezentativní metoda jako metoda KZP. Princip spočívá v umístění souvislých pásů do porostu. Jednotlivé pásy od sebe mají stejné rozestupy a jsou na sebe vodorovné. Díky ucelenosti ploch a vodorovnosti hran pásů je tato metody vhodná do oblastí se špatnou průchodností a do hustých porostů, kde je snížena orientace v prostoru. Díky rovným hranám lze vytyčovat i pomocí kompasu či buzoly. Dále ucelenost pásu urychluje jejich vytyčení oproti KZP. Pro stanovení PZP je potřeba znát tyto vytyčovací údaje. Šířka pásů – okolo 10 m, je třeba přizpůsobit ji konkrétní hustotě porostu. Intenzita výběru se používá 10 % až 20 %. Spodní hranice použitelnosti PZP je 7,5 %. Určení intenzity výběru probíhá stejně jako u KZP. Odstupová vzdálenost se vypočítá ze vztahu $s = \frac{\text{šířka pásu}}{\text{intenzita výběru}}$

Pásy se do porostu umísťují kolmo na kratší hranu porostu, aby jich bylo v porostu co možná nejvíce. Pokud je měřený porost proměnlivý v pružích je potřeba pásy vést kolmo na tyto pruhy, aby byla tato proměnlivost touto metodou zahrnuta v měření.

2.2.4. Objemové tabulky

Dalším krokem po zajištění tloušťkové, výškové a druhové struktury porostu, je stanovení vlastní zásoby porostu. Při měření stojících stromů je velice obtížné stanovit s dostatečnou přesností data, se kterými by se objem počítal jako u výřezů. Proto se vyvinuly „zjednodušené“

metody. Ty vycházejí z dlouhodobého pozorování a matematických modelů. V českém lesnictví se nejčastěji používají metody objemových tabulek ULT a jednotných výškových a objemových křivek JOK (JHK).

2.2.4.1. ULT

Tato metoda je postavena jako dvouargumentová (v tabulce dvě osy x a y). Konkrétně musíme znát výšku a tloušťku, abychom byli schopni odečíst objem. Proto je použitelná pouze tam, kde známe obě tyto veličiny. Výšky h jsou uváděny v metrech a tloušťky d jsou v centimetrech s kůrou. Výsledný objem je v m^3 b. k. Tato metoda je vhodná jak pro stejnověké, tak různověké porosty. Praktický postup je následující. Z hodnot z průměrkování sestrojíme pomocí matematického vyrovnání výškovou stadiální křivku. Z této křivky odečteme vyrovnanou výšku zaokrouhlenou na celé metry pro střed tloušťkového stupně. V ULT tabulkách nalezneme objemy na základě vyrovnané výšky a středu tloušťkového stupně. Tyto objemy pronásobíme počtem stromů v tloušťkovém stupni. Tento postup zopakujeme pro každý tloušťkový stupeň a jejich sumou (dle vzorce v kapitole výpočet zásoby) stanovíme celkovou zásobu porostu. Tato metoda se používá u většiny evropských států. Je relativně přesná. Chyba nepřekračuje hranici $\pm 1\%$ (při 68 % pravděpodobnosti Šmelko 2007) Její hlavní nevýhodou je potřeba měřit relativně hodně výšek a následně sestavovat kompletní výškový grafikon. Proto se v praxi, pokud to podmínky dovolí, (stejnověkost) používá metoda JOK.

2.2.4.2. JOK

Je určitým zjednodušením metody ULT. Je zde jen jednoargumentová tabulka, snížený je i počet potřebných výšek pro výpočet objemu. Jejím základem je soustava standardizovaných křivek JHK. Umožňující si vybrat křivku nejlépe reprezentující nejen dřevinu, ale také oblast, ve které se měřený porost nachází. Pro výběr JHK potřebujeme znát střední výšku a tloušťku měřeného porostu. Po výběru JHK si vybereme příslušnou JOK, kde nalezneme objemy pro všechny tloušťkové stupně – stačí v tabulce hledat objem pouze na základě tloušťkových stupňů. V praxi stanovení zásoby probíhá následovně. Z průměrkování se vypočítá střední kmen, a to buď klasický d_g nebo Weiseho d_w . poté v porostu vyhledáme 10–25 jedinců s ± 3 cm odchylkou od d_g či d_w a změříme jejich výšky. Střední výšky určíme pomocí klasického průměru nebo zkráceným grafem výšek. Poté v zatřídovacím grafikonu vybereme příslušné číslo JOK pro danou dřevinu. Tu zjistíme tak, že najdeme nejmenší odchylku k bodu d_g a h_g . V příslušném JOK nalezneme všechny objemy pro každý tloušťkový stupeň a celkovou zásobu vypočteme dle vzorce jako u ULT. Hlavní výhodou je snížení počtu potřebných výšek, a to až

o ½, není potřeba sestavovat výškové grafikony. Je jednodušší na vyhledávání objemů v tabulce. To nám oproti metodě ULT šetří asi 15 % časové dotace na práci (Šmelko 2003). Hlavní nevýhodou je menší přesnost $\pm 1,5$ % až 2,5 %. Ta je způsobená hlavně nahrazením skutečné výškové křivky za modelovou. Aby modelové výškové grafikony fungovaly je potřeba tuto metodu aplikovat pouze na co nejvíce stejnověkých a stejnorodých porostů.

2.3. Moderní metody měření porostů

Moderní metody nám zrychlují celý proces měření lesů. Základní principy vychází ze starých metod, ale jsou aplikovány na moderních digitálních platformách, jako jsou například digitální ruční měřicí přístroje, popisovány v prvních kapitolách této práce. Další výhodou je, že výstupy jsou rovnou v elektronické podobě. To znamená, že se vylučuje lidská chyba při přepisování údajů z papíru do elektronické podoby. Znamená to též možnost rychlého kopírování a sdílení těchto dat. To je velice důležité pro dnešní trend velkých podniků s velkým množstvím pracovníků, ale i s velmi rychlou výrobou. Další velkou výhodou je, že se často jedná o multifunkční přístroje. Díky přidanému GPS přijímači jsou schopné zaznamenávat jednotlivé polohy pracovišť, ale i jednotlivých stromů. Díky tomu lze vytvářet situační plánky či celé mapy. Dále jsou schopné měřit vzdálenosti a z nich vypočítat velikosti jednotlivých pracovních ploch. A mimo jiné díky časovému razítku lze i zpětně kontrolovat výkonost pracovníků.

2.3.1. Ruční digitální přístroje

Jedná se především o výškoměry a průměrky (více v kapitole přístroje). Dnes to mohou být i chytré telefony a GPS přijímače. Jednotlivé přístroje mohou být propojeny dohromady přes chytré zařízení s připojením na internet a rovnou sdílet zjištěná data na cloudové úložiště, kde si je může operátor prohlížet a zadávat pracovníkům nové úkoly.

2.3.2. Fotogrametrie

Jedná se o metodu, která je známá dlouho. Byla známá již ve 20. století. Dříve se jednalo o pomalou a drahou metodu, a to z důvodu analogových fotoaparátů a zdlouhavé analýzy bez moderních počítačů. S příchodem digitálních fotoaparátů a výkonné počítačové techniky je to ovšem alternativní metoda ke klasickým. (11) Pro potřeby taxace či inventarizace lesů s dostatečnou přesností. Lze takto měřit například tloušťky, objemy nebo třeba tvary kmenů. V případě letecké fotogrametrie lze po proložení různými barevnými filtry zjišťovat i druhovou skladbu či zdravotní stav porostu. K této metodě je potřeba znát více prostorových

údajů o porostu. Zpracování snímků je prováděno ve specializovaných softwarech pracujících s barevnými spektry a vytvářením mračen bodů, které analyzuje. (15)

2.3.3. Dálkový průzkum země

Je to bezkontaktní „dálková“ metoda. Jde vesměs o leteckou či družicovou fotogrammetrii nebo o snímky zkoumající odražené elektromagnetické záření od povrchu země.

2.3.4. Laserové skenování

Jedním z prostředků pro zjišťování porostních veličin a dalších informací o stromech je laserové skenování. Je založeno na metodě LiDAR (Light Detection And Ranging), která se používá v pozemním laserovém skenování (PLS), i v leteckém laserovém skenování (LLS). Data jsou zaznamenávána ve formě mračen bodů a dále zpracovávána ve speciálním softwaru. Všechny doposud provedené výzkumy se zaměřují na zjišťování tloušťky kmene ve výčetní výšce 1,3m, zjišťování výšky stromu, počtu stromů a jejich pozic. (18) V současnosti je laserové skenování pro potřeby lesnictví stále spíše ve fázi experimentů než běžného využití v praxi. Zavedení do praxe je zatíženo faktem, že výsledky měření stejné zájmové oblasti jsou velmi odlišné. Záleží to především na typu použitého skeneru, jeho rozmístění a nastavení, na typu použitého algoritmu, na druhu a hustotě porostu atd. Volbu pro pořízení laserového skeneru s příslušným softwarovým a výpočetním vybavením ztěžuje důležitý faktor, kterým je poměrně vysoká cena zařízení a pracnost výstupů (Dyrc 2018).

2.3.5. Drony – RPAS

Tato metoda kombinuje všechny předešlé metody. Dron se zde stává nosičem pro jednotlivá zařízení. Pokud je dron v porostu s fotoaparátem jedná se o pozemní fotogrammetrii, pokud s laserem, tak je to pozemní laserové skenování, a pokud fotí les z ptačí perspektivy, tak je to letecká fotogrammetrie. Hlavní výhodou je velice levný provoz a dostupnost oproti klasickým letadlům. Proto usnadňuje výzkum těchto metod. Dále umožňuje měření nepřístupných terénů jako je například příkrý svah či skalní terény. (16) Problémem u této technologie, především však u dronů jako takových, je nedostatečná legislativa ohledně jejich provozování.

3. Metodika

3.1. Popis lokality

Zkoumaná lokalita se nachází na katastrálním území Šluknov a Království. Všechny plochy se nacházejí v přírodní lesní oblasti Lužická pahorkatina, na lesních typech 4S5 a 4K1. Na všech se provádí hospodaření na základě hospodářského souboru 43. Z hlediska polohy se nachází SZ od města Šluknov. Z hlediska pedologie zde převažují kambizemě. Z hlediska geologie se plocha nachází na středně až hrubě zrnitém biotitickém granodioritu (lužický).

3.1.1. Výběr ploch

3.1.1.1. Plocha 1

Plocha umístěna uvnitř porostu 6B9. Nachází se na mírném svahu s nízkou vegetací. Porost na ploše nebyl vystavován bořivým větrům, ani jiným vlivům, které by při měření měly být brány v úvahu. Porost se nachází ve věku 91 let. Tento porost je smíšený (smrk, borovice). Plocha k těžbě je o velikosti 0,39 hektaru šířkou nepřekračující 1 výšku porostu (nasečený způsob). Jednalo se o mýtní úmyslnou těžbu.

- Průměrkování na plno proběhlo v souladu s metodikou výše uvedenou. Nebylo třeba využívat speciálních měřících postupů pro nestandardní stromy. Minimální počet výšek byl vypočten průměrkou
- Dle vzorce pro výpočet velikosti kruhových zkusných ploch, je velikost stanovena na 0,07 ha. To znamená, že nejdelší vzdálenost k odrazce dálkoměru může být max. 14,92 m na ose kmene. Intenzita výběru pro jednu zkusnou plochu je 18 % to je tedy hraniční hodnota pro efektivitu. V rámci zvýšení přesnosti zkusných ploch, ale budu měřit 2 zkusné plochy. To znamená, že výsledná intenzita výběru se zvedne na 36 % tudíž v praxi by se provádělo jen průměrkování naplno.
- První zkusná plocha umístěna do středu první poloviny porostu tak, aby mezi zaujatými stromy nebyly stromy z okolí cesty (velké zavětvení ze strany cesty). Měřeno 8 výšek.

3.1.1.2. Plocha 2

Tato plocha je umístěna v porostu 5D9. Plocha je na mírném severozápadním svahu, který neovlivňuje měření. Porost na ploše nebyl vystavován bořivým větrům. Porost se nachází ve věku 96 let. Tento porost je smrkový. Plocha k těžbě je o velikosti 0,28 hektaru, šířkou nepřekračující 1 výšku porostu (nesečný způsob). Jednalo se o mýtní úmyslnou těžbu.

- Průměrkování proběhlo v souladu s metodikou v teoretické části. Nebylo třeba využívat speciálních měřících postupů pro nestandardní stromy. Měřeno 13 výšek.
- Dle vzorce pro výpočet velikosti kruhových zkusných ploch je velikost stanovena na 0,067 ha. To znamená, že nejdelší vzdálenost k odrazce dálkoměru může být max. 14,60 m na ose kmene. Intenzita výběru pro jednu zkusnou plochu je 23 % to je tedy hraniční hodnota pro efektivitu. V rámci zvýšení přesnosti zkusných ploch, ale budu měřit 2 zkusné plochy. To znamená, že výsledná intenzita výběru se zvedne na 47 % tudíž v praxi by se provádělo jen průměrkování naplno.
- První zkusná plocha umístěna tak, aby se vyhovělo podmínce minimální odstupové vzdálenosti mezi jednotlivými KPZ. Měřeno 8 výšek.
- Druhá zkusná plocha umístěna tak, aby se vyhovělo podmínce minimální odstupové vzdálenosti mezi jednotlivými KPZ. Měřeno 7 výšek

3.1.1.3. Plocha 3

Plocha umístěna uvnitř porostu 6D11a. Nachází se na mírném severním svahu bez nízké vegetace. Porost na ploše přiléhá jednou stranou k již zajištěné holině a jednou stranou k lesní cestě. Zkusné plochy nutno umístit do porostu, ne na okraje. Porost se nachází ve věku 107 let. Tento porost je smrkový. Plocha k těžbě je o velikosti 0,62 hektaru šířkou překračující 1 výšku porostu (pasečný způsob). Jednalo se o mýtní úmyslnou těžbu.

- Průměrkování proběhlo v souladu s metodikou v teoretické části. Nebylo třeba využívat speciálních měřících postupů pro nestandardní stromy. Měřeno 14 výšek.
- Dle vzorce pro výpočet velikosti kruhových zkusných ploch je velikost stanovena na 0,054 ha. To znamená, že nejdelší vzdálenost k odrazce dálkoměru může být max. 13,11 m na ose kmene. Intenzita výběru pro jednu zkusnou plochu je 8 % tudíž z hlediska efektivnosti je vhodné na tuto plochu umístit 2 zkusné plochy. To znamená, že výsledná intenzita výběru se zvedne na 16 % tento počet je používán i v praxi. Hraniční množství zk. ploch z hlediska intenzity výběru jsou 3 plochy tzn. intenzita výběru 26,1 %.
- První zkusná plocha umístěna do středu první poloviny porostu tak, aby mezi zaujatými stromy nebyly stromy z okolí cesty (velké zavětvení ze strany cesty). Měřeno 7 výšek.
- Druhá zkusná plocha umístěna do středu druhé poloviny porostu tak, aby mezi zaujatými stromy nebyly stromy z okolí cesty (velké zavětvení ze strany cesty). Měřeno 10 výšek.

3.1.1.4. Plocha 4

Plocha se nachází uvnitř porostu na mírném severní svahu. Porost na ploše je ve větší míře postižen zbytněním oddenků. Porost je ve věku 96 let. Tento porost je smrkový. Plocha k těžbě je o velikosti 0,43 hektaru šířkou překračující 1 výšku porostu (holosečný způsob). Jednalo se o mýtní úmyslnou těžbu.

- Průměrkování proběhlo v souladu s metodikou v teoretické části. Bylo třeba využívat speciálních měřících postupů pro nestandardní stromy (zbytnění kmene). Měřeno 13 výšek.
- Dle vzorce pro výpočet velikosti kruhových zkusných ploch je velikost stanovena na 0,063 ha. To znamená, že nejdelší vzdálenost k odrazce dálkoměru může být max. 14,16 m na ose kmene. Intenzita výběru pro jednu zkusnou plochu je 14 %. Budu měřit 2 zkusné plochy. To znamená, že výsledná intenzita výběru se zvedne na 29 % , tudíž v praxi by se provádělo jen průměrkování naplno.
- První zkusná plocha umístěna tak, aby mezi zaujatými stromy nebyly stromy nadměrně zbytnělé, aby se minimalizovala chyba při měření spojená s touto vadou. Měřeno 10 výšek.
- Druhá zkusná plocha umístěna tak, aby mezi zaujatými stromy nebyly stromy nadměrně zbytnělé, aby se minimalizovala chyba při měření spojená s touto vadou. Měřeno 12 výšek.

3.1.1.5. Plocha 5

Tato plocha je umístěna uvnitř porostu 4F11 na mírném severním svahu. Porost na ploše je vystavován bořivým větrům (okraj porostu – porostní stěna, je postižena tvarovými vadami jako oválný tvar kmene). Jednou stranou přiléhá k lesní cestě. Porost se nachází ve věku 105 let. Tento porost je smíšený (smrk, borovice, modřín). Plocha k těžbě je o velikosti 0,56 hektaru se šířkou překračující 1 výšku porostu (holosečný způsob). Jednalo se o mýtní úmyslnou těžbu.

- Průměrkování proběhlo v souladu s metodikou v teoretické části. Bylo třeba využívat speciálních měřících postupů pro nestandardní stromy (oválný tvar kmene). Měřeno 20 výšek
- Dle vzorce pro výpočet velikosti kruhových zkusných ploch je velikost stanovena na 0,076 ha. To znamená, že nejdelší vzdálenost k odrazce dálkoměru může být max. 15,55 m v ose kmene. Intenzita výběru pro jednu zkusnou plochu je 13,5 % to z hlediska

efektivnosti umožňuje založit 2 zkusné plochy. To znamená, že výsledná intenzita výběru se zvedne na 27,05 %.

- První zkusná plocha umístěna k porostní stěně porostu tak, aby mezi zaujatými stromy nebyly stromy z porostní stěny, ale byl ve výběru přiměřeně zanesen vliv okraje porostu. Měřeno 15 výšek.
- Druhá zkusná plocha umístěna do porostu, aby reprezentovala prostor neovlivněn okrajem porostu. Měřeno 12 výšek.

3.1.1.6. Plocha 6

Umístění této plochy je uvnitř porostu 6D11a na mírném severním svahu. Porost na ploše není vystavován bořivým větrům, ani netrpěl tvarovými vadami. Porost se nachází ve věku 107 let. Tento porost je jedno druhový, smrkový. Plocha k těžbě je o velikosti 0,2 hektaru šířkou nepřekračující 1 výšku porostu (násečný způsob). Jednalo se o mýtní úmyslnou těžbu.

- Průměrkování proběhlo v souladu s metodikou v teoretické části. Nebylo třeba využívat speciálních měřících postupů pro nestandardní stromy. Měřeno 19 výšek.
- Dle vzorce pro výpočet velikosti kruhových zkusných ploch je velikost stanovena na 0,055 ha. To znamená, že nejdelší vzdálenost k odrazce dálkoměru může být max. 13,23 m v ose kmene. Intenzita výběru pro jednu zkusnou plochu je 27,5 %, to je hraniční hodnota pro efektivitu. V rámci zvýšení přesnosti zkusných ploch, ale budu měřit 2 zkusné plochy. To znamená, že výsledná intenzita výběru se zvedne na 55 % tudíž v praxi by se provádělo jen průměrkování naplno.
- Vzhledem k stejnorodosti porostu a malé ploše jsem umístil 1. zkusnou plochu k začátku průměrkování na plno. Měřeno 10 výšek.
- Druhá plocha byla umístěna na ukončení postupu průměrkování na plno. Měřeno 13 výšek.

3.2. Použité přístroje a pomůcky

Pro měření jsou potřeba následující pomůcky: Výškoměr LASER VERTEX, transpondér T3, stativ transpondéru, digitální průměrka DPII, křída.

Důležité při přípravě pomůcek je zkontrolovat jejich přesnost. Další bod je nechat pomůcky, hlavně výškoměr, aklimatizovat na okolní podmínky (vlhkost a hlavně teplotu).

3.3. Sběr dat

Vytyčení ploch

Vytyčení ploch proběhlo v konzultaci s místním revírníkem. Velikost ploch a umístění vyznačoval revírník v souladu s plánovanými těžebními zásahy. Hranice těžeb byly vyznačovány hustější sítí značek, tak aby bylo vidět od značky ke značce. Těžař následně po změření pokácel stejné stromy, jaké byly změřeny.

3.4. Měření a sběr dat

3.4.1. Měření výšek

Počet potřebných výšek pro daný soubor dat byl vypočten průměrkou. Měření výšek bylo rozloženo podle tloušťkových stupňů-nejzastoupenější tloušťkový stupeň nejvíce výšek. Výška stromu z určitého tloušťkového stupně měřena na stromě ze stejného tloušťkového stupně. Odstupová vzdálenost od stromu při měření výšek je přibližně rovna jeho výšce. Výškoměr se musí zkalibrovat na aktuální teplotu na pracovišti.

3.4.2. Měření tlouštěk (d)

Výška měření 1,3 m od země. Ve svahu je nutno měřit z horní strany a průměrku přikládat kolmo na osu kmene. Dotyk ramen průměrky musí být ve třech bodech. V případě boule v 1,3 m změřit nad a pod boulí a udělat průměr. V případě rozdvojení v 1,3 m změřit každý kmen zvlášť. Na začátku pracovního dne zkontrolovat, podle zkalibrovaného měřidla, správnost měření průměrky.

3.4.3. Průměrkování naplno

Jedná se o dodržení zásad měření výšek a tlouštěk, označení již změřeného stromu, aby se zamezilo vynechání či dvojitému započtení.

3.4.4. Vytyčení KZP

Velikost kruhových zkusných ploch se vypočte z požadovaného počtu stromů ve zkusné ploše (20 stromů) a z naměřeného skutečného počtu stromů na těžené ploše přepočtených na ha.

Výpočet proběhne dle vzorce: $p = \frac{n_{opt}}{N \cdot ha^{-1}}$

p= plocha KZP

n_{opt} = požadovaný počet v KZP

$N \cdot ha^{-1}$ = počet stromů na ha

Vhodný počet zkusných ploch závisí na intenzitě výběru (relativní plocha KZP oproti celkové ploše). Intenzita výběru nemá z hlediska efektivnosti měření přesahovat 20 až 25 %. Intenzita výběru se vypočítává dle vzorce: $i\% = \frac{n}{N} * 100$

n = velikost KZP

N = celková velikost porostu

Postup pro samotné vytyčování je vybrat reprezentativní části porostu a do nich KZP umístit. Do jejich středu umístit transpondér na stativu. Poté postupovat ve směru hodinových ručiček od stromu ke stromu. Poté dálkoměr umístit do vzdálenosti osy kmene a měřit vzdálenosti k transpondéru.

3.5. Zpracování dat a výpočty

Zpracování dat z porostu probíhalo v prostředí softwaru (**LCRT ax**) digitální průměrky. Po přenosu to PC, probíhalo následné zpracování dat pro potřeby bakalářské práce v MS excel

4. Výsledky

4.1. Plocha 1

4.1.1. Průměrkování na plno

Měřeno 17 výšek / 21 min. Výsledek průměrkování činil 111 kusů na ploše (smrk 13 ks tj. 11,7 %, borovice ks 98 tj 88,2 %). V přepočtu to tedy znamená 284 kusů na hektar (SM 33,3, BO 250). Co se týče zásoby tak na ploše bylo naměřeno 125,94 m³ bez kůry (SM 12,52, BO 113,42) a v přepočtu to tedy činí 322,92 m³ bez kůry (SM 32,10, BO 290,82) na hektar. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,13 b. k. Další údaje z průměrky: $D_g = 37,5$ cm Hg 25,7 m a kruhová základna 12,3 m²

4.1.2. KZP 1

Měřeno 8 výšek / 9 min. Po umístění odrazky bylo zjištěno 25 (smrk 2 ks tj. 8 %, borovice ks 23 tj. 92 %) a všechny byly v ploše plně zaujaté. V přepočtu to tedy znamená 357,14 kusů na hektar (SM 28,57, BO 328,57). Kusová odchylka od průměrkování na plno činí 20,48 % (SM -14 %, BO 23,91). Co se týče zásoby tak na KZP ploše bylo naměřeno 27,89 m³ bez kůry (SM 1,66, BO 26,23) a v přepočtu to tedy činí 398,43 m³ bez kůry na hektar (SM 23,71, BO

374,71). Objemová odchylka od průměrkování na plno činí 18 % (SM -26,13, BO 22 %). Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,12 b. k. Odchylka je tedy -0,88 %. Další údaje z průměrky odchylky: $Dg = 36,2$ (-3,46 %), $Hg = 29,4$ (12 %) a kruhová základna $2,4 \text{ m}^2$.

4.1.3. KZP 2

Měřeno 9 výšek / 9 min. Po umístění odrazky bylo zjištěno 25 (smrk 3 ks tj. 12 %, borovice ks 22 tj. 88 %) stromů a všechny byly v ploše plně zaujaté. V přepočtu to tedy znamená 357 kusů na hektar (SM 42, BO 314). Kusová odchylka od průměrkování na plno činí 20 % (SM 20, BO 20). Co se týče zásoby tak na KPZ ploše bylo naměřeno 29,41 m^3 bez kůry (SM 4,28, BO 25,13) a v přepočtu to tedy činí 420 m^3 bez kůry na hektar (SM 61,14, BO 358,86). Objemová odchylka od průměrkování na plno činí 23,11 % (SM 47 %, BO 18.96 %). Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,18 b. k. Odchylka je tedy 4 %. Další údaje z průměrky odchylky: $Dg = 37,9$ (1,05) %, $Hg = 29,7$ (13,47 %) a kruhová základna $2,3 \text{ m}^2$.

4.1.4. Plocha 1 shrnutí

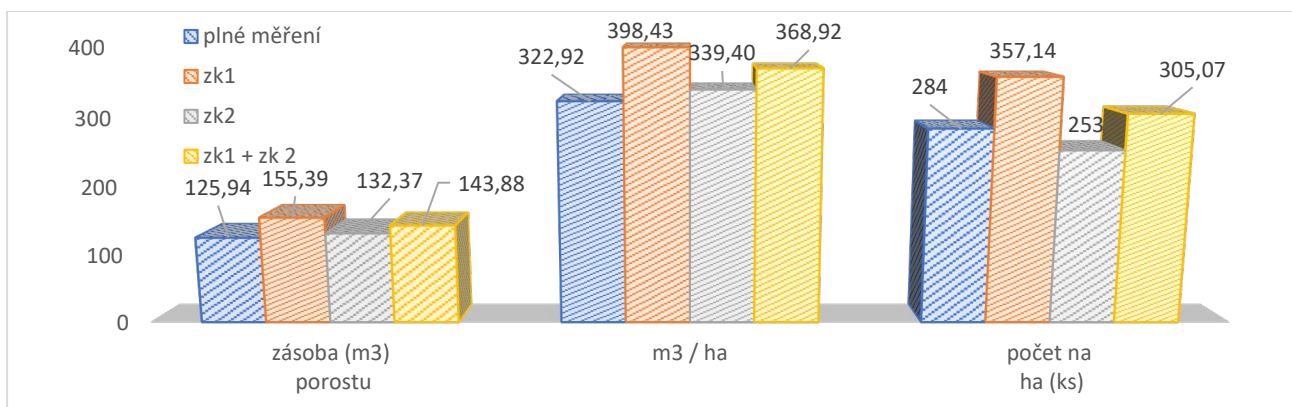
Průměrkováním naplno bylo zjištěno, že na ploše se nachází $125,94 \text{ m}^3$ b. k. V přepočtu $322,92 \text{ m}^3 / \text{ha}$. Výpočet průměrné zásoby z obou KZP na mýcenou plochu (0,39 ha) $143,88 \text{ m}^3$ (odchylka 14 % nadhodnoceno oproti PN), tzn. $368,92 \text{ m}^3 / \text{ha}$. Takto malá odchylka mezi těmito dvěma způsoby měření je důsledkem velké intenzity výběru. Odchylka je vysoká, aby bylo možné dle vzorce na tuto plochu umístit alespoň 2 KZP. Odchylku lze označit za uspokojivou.

Ve skutečnosti se zde vytěžilo $134,12 \text{ m}^3$

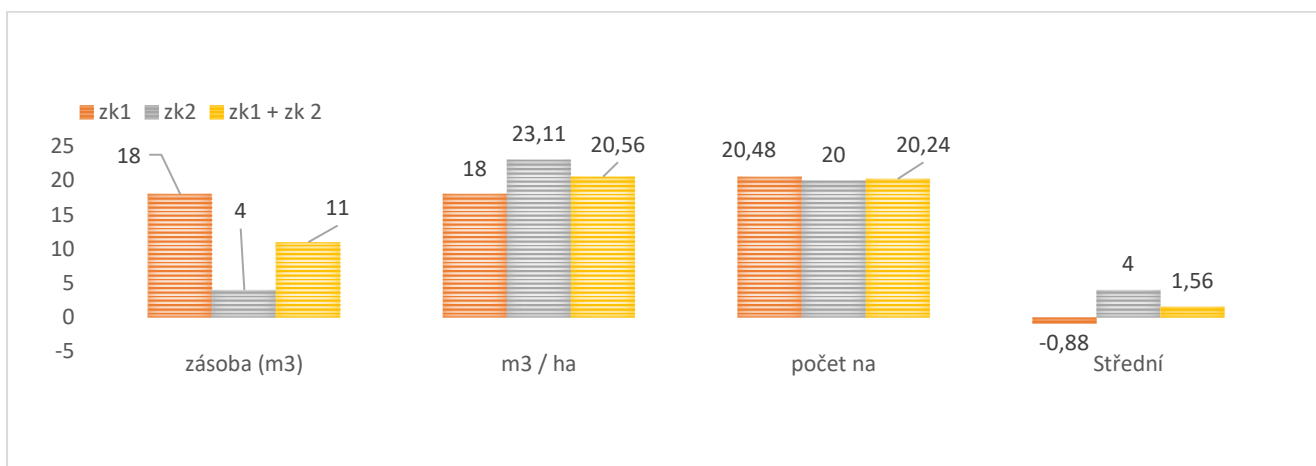
Odchylka metody průměrkování naplno od skutečné těžby činí: -6 % tj. - $8,18 \text{ m}^3$

Odchylka LHP od skutečné těžby činí: -30 % tj. - $41,38 \text{ m}^3$

Odchylka od metody KZK od skutečné těžby činí: 11 % tj. + $14,76 \text{ m}^3$



graf 1 (Rozdíly měření v metodách PN a KZP plocha1)



graf 2 (Procentuální odchylky mezi metodami PN a KZP plocha 1)

Tabulka 2 (výsledky plocha1)

Zjištěná data	zásoba (m3) porostu	m3 / ha	počet na ha (ks)	Střední kmen m3	Zastoupení v %							
					SM	BO	MD					
plné měření	125,94	322,92	284	1,13	11,7	88,	/					
zk1	155,39	398,43	357,14	1,12	8	92	/					
zk2	163,85	420	357	1,48	12	88	/					
zk1 + zk 2	143,88	368,92	305,07	1,3	10	90	/					
LHP	175,5	450	/	/	10	90	/					
Skutečně vytěženo	134,12	343,89										
Rozdíly v % metody KZP oproti metodě PN	zásoba (m3) porostu	m3 / ha	počet na ha (ks)	Střední kmen m3	Zastoupení v %							
					SM	BO	MD					
					zk1	18	18	20,48	-0,88	-26,13	22	/
					zk2	4	23,11	20	4	47	18,96	/
zk1 + zk 2	11	20,56	20,24	1,56	10,435	20,48	/					

ROZDÍL PROTI SKUTEČNĚ VYTĚŽENO v m3 na 0,39 ha	zásoba (m3) porostu	Vyjádřeno v %
PN	-8,18	-6
KZP	14,76	11

4.2. Plocha 2

4.2.1. Průměrkování na plno

Měřeno 13 výšek / 10 min. Výsledek průměrkování činil 83 kusů na ploše. V přepočtu to tedy znamená 296 kusů na hektar. Co se týče zásoby tak na ploše bylo naměřeno 114,43 m³ bez kůry, a v přepočtu to tedy činí 408,69 m³ bez kůry na hektar. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,38 b. k. Další údaje z průměrky: Dg = 38,6 cm, Hg 29,5 m a kruhová základna 9,7 m².

4.2.2. KZP 1

Měřeno 8 výšek / 13 min. Po umístění odrazky bylo zjištěno 16 stromů a všechny byly v ploše plně zaujaté. V přepočtu to tedy znamená 238 kusů na hektar. Kusová odchylka od průměrkování na plno činí -19,59 %. Co se týče zásoby, tak na KPZ ploše bylo naměřeno 23,96 m³ bez kůry a v přepočtu to tedy činí 357,61 m³ bez kůry na hektar. Objemová odchylka od průměrkování na plno činí -12,5 %. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,34 b. k. Odchylka je tedy 8 %. Další údaje z průměrky odchylky: Dg = 40,2 (3,98 %, Hg = 29,7 (0,67 %) a kruhová základna 2,4 m².

4.2.3. KZP 2

Měřeno 7 výšek / 8 min. Po umístění odrazky bylo zjištěno 17 stromů a všechny byly v ploše plně zaujaté. V přepočtu to tedy znamená 253 kusů na hektar. Kusová odchylka od průměrkování na plno činí -14,28 %. Co se týče zásoby tak na KZP ploše bylo naměřeno 22,74 m³ bez kůry a v přepočtu to tedy činí 339,40 m³ bez kůry na hektar. Objemová odchylka od průměrkování na plno činí -16,95 %. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,48 b. k. Odchylka je tedy -2 %. Další údaje z průměrky odchylky: Dg = 38 (-1,55 %), Hg = 29,5(0 %) a kruhová základna 1,9 m².

4.2.4. Plocha 2 shrnutí

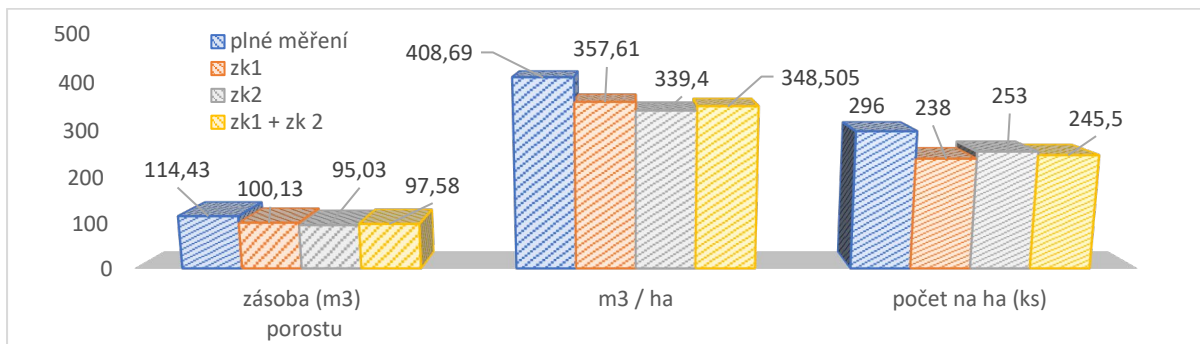
Průměrkováním naplno bylo zjištěno, že na ploše se nachází 114,43 m³ b. k. V přepočtu 408,69 m³ / ha. Výpočet průměrné zásoby z obou KZP na mýcenou plochu (0,28 ha) 97,58 m³ (odchylka -14,73 %), tzn. 348,50 m³/ ha. U této plochy se projevuje systematické podhodnocování všech měření. Šlo by to odstranit více zk. plochami, ale hranice intenzity výběru by stoupla na nevyužitelnou hranici. Odchylku lze označit za neuspokojivou.

Ve skutečnosti se zde vytěžilo 115,89 m³

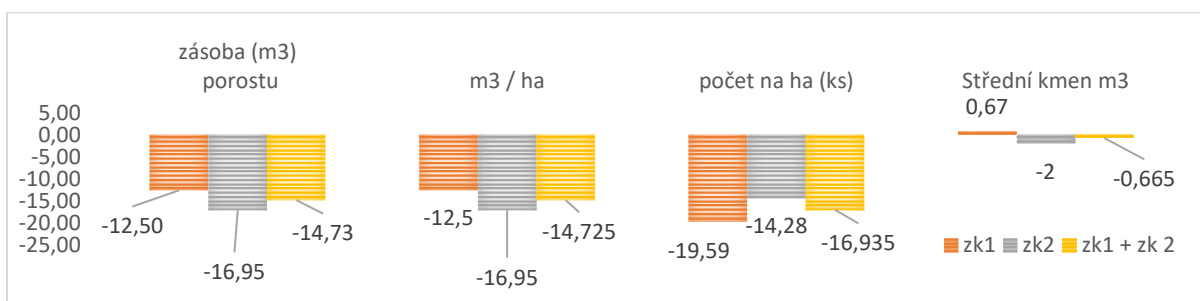
Odchylka metody průměrkování na plno od skutečné těžby činí: -9 % tj. -10 m³

Odchylka metody KZK od skutečné těžby činí: -15,8 % tj. -18,31 m³.

Odchylka LHP od skutečné těžby činí: -2,6 % tj. -3 m³



graf 3 (Rozdíly měření v metodách PN a KZP plocha2)



graf 4 (Procentuální odchylky mezi metodami PN a KZP plocha 2)

Tabulka 3 (výsledky plocha 2)

Zjištěná data	zásoba (m3) porostu	m3 / ha	počet na ha (ks)	Střední kmen m3	Zastoupení v %		
					SM	BO	MD
plné měření	114,43	408,69	296	1,38	100	/	/
zk1	100,13	357,61	238	1,34	100	/	/
zk2	95,03	339,4	253	1,48	100	/	/
zk1 + zk 2	97,58	348,505	245,5	1,41	100	/	/
LHP	119,00	425,00	/	/	100	/	/
Skutečně vytěženo	115,89	504,00					
Rozdíly v % metody KZP oproti metodě PN	zásoba (m3) porostu	m3 / ha	počet na ha (ks)	Střední kmen m3	Zastoupení v %		
					SM	BO	MD
zk1	-12,50	-12,5	-19,59	0,67	100	/	/
zk2	-16,95	-16,95	-14,28	-2	100	/	/
zk1 + zk 2	-14,73	-14,725	-16,935	-0,665	100	/	/
ROZDÍL PROTI SKUTEČNĚ VYTĚŽENO (115,89) v m3 na 0,28 ha	zásoba (m3) porostu	Vyjádřeno v %					
PN	-14	-10					
KZP	7,4	5,21					

4.3. Plocha 3

4.3.1. Průměrkování na plno

Měřeno 14 výšek / 19 min. Výsledek průměrkování činil 231 kusů na ploše. V přepočtu to tedy znamená 372 kusů na hektar. Co se týče zásoby, tak na ploše bylo naměřeno 340,84 m³ bez kůry a v přepočtu to tedy činí 549,74 m³ bez kůry na hektar. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,48 b. k. Další údaje z průměrky: Dg = 39,9 cm, Hg = 29,7 m a kruhová základna 28,8 m²

4.3.2. KZP 1

Měřeno 7 výšek / 8 min. Po umístění odrazky bylo zjištěno 19 stromů a všechny byly v ploše plně zaujaty. V přepočtu to tedy znamená 351 kusů na hektar. Kusová odchylka od průměrkování na plno činí -5,39 %. Co se týče zásoby tak na KPZ ploše bylo naměřeno 27,27 m³ bez kůry a v přepočtu to tedy činí 505 m³ bez kůry na hektar. Objemová odchylka od průměrkování na plno činí -8,12 %. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,44 b. k. Odchylka je tedy -2 %. Další údaje z průměrky odchylky: Dg = 39,2 (-1,75 %), Hg = 29,4 (-1,01 %).

4.3.3. KZP 2

Měřeno 10 výšek / 15 min. Po umístění odrazky bylo zjištěno 17 stromů a všechny byly v ploše plně zaujaté. V přepočtu to tedy znamená 315 kusů na hektar. Kusová odchylka od průměrkování na plno činí -15,32 %. Co se týče zásoby tak na KPZ ploše bylo naměřeno 22,01 m³ bez kůry a v přepočtu to tedy činí 407,59 m³ bez kůry na hektar. Objemová odchylka od průměrkování na plno činí -25,86 %. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,29 b. k. Odchylka je tedy -12,84 %. Další údaje z průměrky odchylky: Dg = 40,4 (1,24 %), Hg = 29,7 (-1,01 %).

4.3.4. Plocha 3 shrnutí

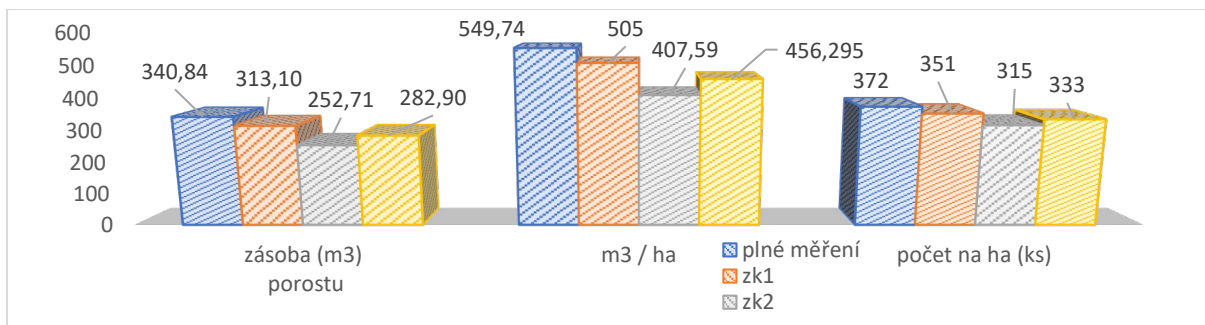
Průměrkováním naplno bylo zjištěno, že na ploše se nachází 340,84 m³ b. k. V přepočtu 549,74 m³ / ha. Výpočet průměrné zásoby z obou KZP na mýcenou plochu (0,62 ha) 282,90m³ (odchylka - 16 %), tzn. 456,3 m³/ ha. Tuto odchylku ovlivňuje KPZ 2 kvůli velké nepřesnosti. KPZ 1 dosahuje akceptovatelné odchylky -8,12 %. U této plochy by bylo vhodné lépe zvolit KPZ 2 nebo přidání ještě 1. KPZ. pro snížení průměrné chyby. Za těchto podmínek je rozdíl mezi těmito dvěma metodami nespojující. Metoda KPZ podává zkreslené výsledky.

Ve skutečnosti se zde vytěžilo 332,54 m³

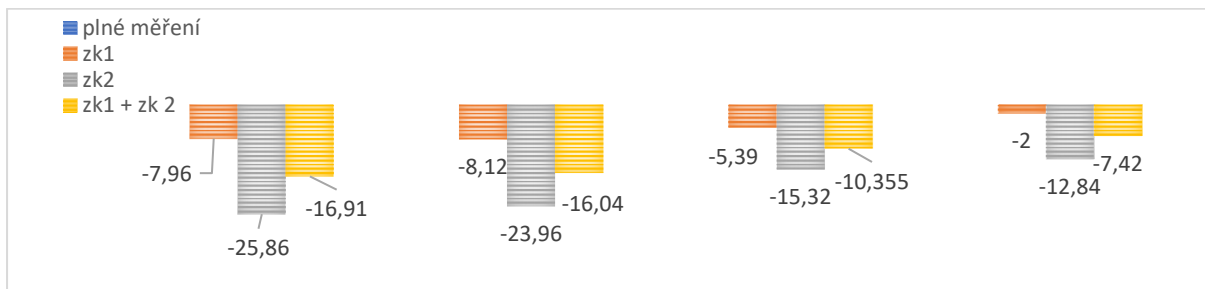
Odchylka metody průměrkování na plno od skutečné těžby činí: +2,44 % tj. +8,11 m³

Odchylka metody KZK od skutečné těžby činí: -14,92 % tj 49.61 m³

Odchylka LHP od skutečné těžby činí: 5,3 % tj. + 17,58 m³



graf 5 (Rozdíly měření v metodách PN a KZP plocha 3)



graf 6 (Procentuální odchylky mezi metodami PN a KZP plocha 3)

Tabulka 4 (výsledky plocha 3)

Zjištěná data	zásoba (m ³)	m ³ / ha	počet na ha (ks)	Střední kmen m ³	Zastoupení v %		
	porostu				SM	BO	MD
plné měření	340,84	549,74	372	1,48	100	/	/
zk1	313,10	505	351	1,44	100	/	/
zk2	252,71	407,59	315	1,29	100	/	/
zk1 + zk 2	282,90	456,295	333	1,365	100	/	/
LHP	314,96	508	/	/	100	/	/
Skutečně vytěženo	332,54	536,35					
Rozdíly v % metody KZP oproti metodě PN	zásoba (m ³)	m ³ / ha	počet na ha (ks)	Střední kmen m ³	Zastoupení v %		
	porostu				SM	BO	MD
zk1	-7,96	-8,12	-5,39	-2	0	/	/
zk2	-25,86	-23,96	-15,32	-12,84	0	/	/
zk1 + zk 2	-16,91	-16,04	-10,355	-7,42	0	/	/
ROZDÍL PROTI SKUTEČNĚ VYTĚŽENO (332,54) v m ³ na 0,39 ha	zásoba (m ³)	Vyjádřeno v %					
PN	-8,11	-2,44					
KZP	-49,61	-14,92					

5. Plocha 4.

5.1.1. Průměrkování na plno

Měřeno 13 výšek / 11 min. Výsledek průměrkování činil 137 kusů na ploše. V přepočtu to tedy znamená 318 kusů na hektar. Co se týče zásoby tak na ploše bylo naměřeno 194,32 m³ bez kůry a v přepočtu to tedy činí 451,91 m³ bez kůry na hektar. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,42 b. k. Další údaje z průměrky: D_g = 38,8 cm), H_g 30 m a kruhová základna 16,2 m²

5.1.2. KZP 1

Měřeno 10 výšek / 8 min. Po umístění odrazky bylo zjištěno 16 stromů a všechny byly v ploše plně zaujaté. V přepočtu to tedy znamená 253 kusů na hektar. Kusová odchylka od průměrkování na plno činí -20. Co se týče zásoby tak na KZP ploše bylo naměřeno 23,41 m³ bez kůry a v přepočtu to tedy činí 371,59 m³ bez kůry na hektar. Objemová odchylka od průměrkování na plno činí -17,77 %. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,46 b. k. Odchylka je tedy 2,74 %. Další údaje z průměrky odchylky: Dg = 39,6 (2,02) %, Hg = 29,4 (-2 %).

5.1.3. KZP 2

Měřeno 12 výšek / 10 min. Po umístění odrazky bylo zjištěno 15 stromů a všechny byly v ploše plně zaujaté. V přepočtu to tedy znamená 238 kusů na hektar. Kusová odchylka od průměrkování na plno činí -25 %. Co se týče zásoby tak na KZP ploše bylo naměřeno 21,65 m³ bez kůry a v přepočtu to tedy činí 343,65 m³ bez kůry. Objemová odchylka od průměrkování na plno činí -23,96 %. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,44 b. k. Odchylka je tedy 1,38 %. Další údaje z průměrky odchylky: Dg = 39,3 (1,27 %), Hg = 29,7 (-1 %)

5.1.4. Plocha 4 shrnutí

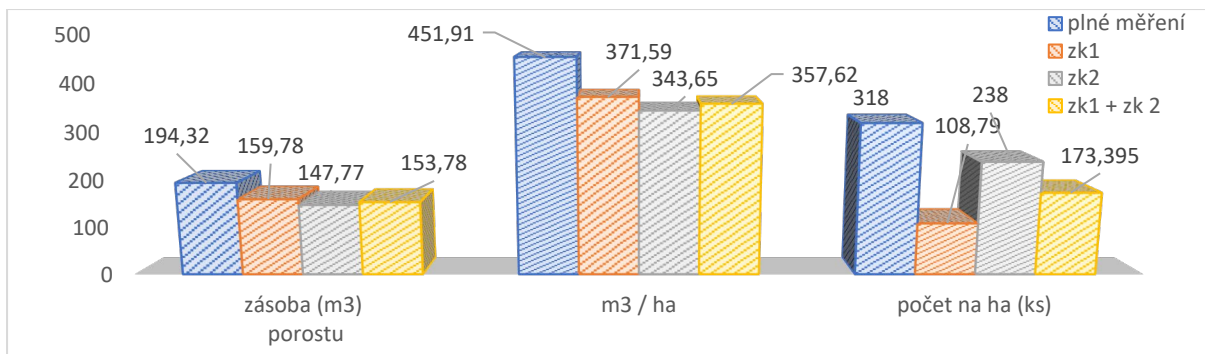
Průměrkováním naplno bylo zjištěno, že se na ploše nachází 194,32 m³ b. k. V přepočtu 451,91 m³ / ha. Výpočet průměrné zásoby z obou KZP na mýcenou plochu (0,43 ha) 153 m³ (odchylka -22,5 %), tzn. 357 m³/ ha. Takto velká odchylka mezi těmito dvěma způsoby měření je důsledkem většího množství zbytněných stromů v porostu. Odchylku lze označit za neuspokojivou.

Ve skutečnosti se zde vytěžilo 219,31 m³

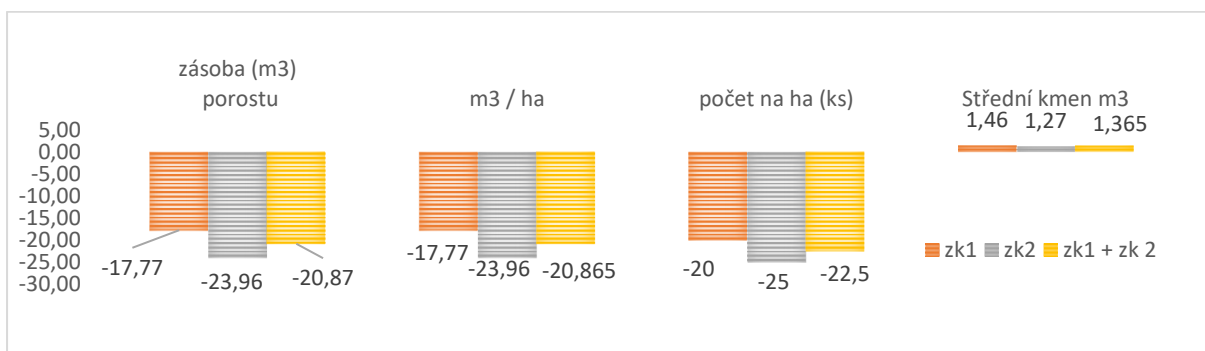
Odchylka metody průměrkování na plno od skutečné těžby činí: -11,39 % tj. -25 m³

Odchylka metody KZK od skutečné těžby činí: -30 % tj. -66,3 m³

Odchylka LHP od skutečné těžby činí: 16,08 % tj. + 35,27 m³



graf 7 (Rozdíly měření v metodách PN a KZP plocha4)



graf 8 (Procentuální odchylky mezi metodami PN a KZP plocha 4)

Tabulka 5 (výsledky plocha 4)

Zjištěná data	zásoba (m3) porostu	m3 / ha	počet na ha (ks)	Střední kmen m3	Zastoupení v %		
					SM	BO	MD
plné měření	194,32	451,91	318	1,42	100	/	/
zk1	159,78	371,59	108,79	1,46	100	/	/
zk2	147,77	343,65	238	1,44	100	/	/
zk1 + zk 2	153,78	357,62	173,395	1,45	100	/	/
LHP	184,04	428	/	/	100	/	/
Skutečně vytěženo	219,31	510,02					
Rozdíly v % metody KZP oproti metodě PN	zásoba (m3) porostu	m3 / ha	počet na ha (ks)	Střední kmen m3	Zastoupení v %		
					SM	BO	MD
zk1	-17,77	-17,77	-20	1,46	0	/	/
zk2	-23,96	-23,96	-25	1,27	0	/	/
zk1 + zk 2	-20,87	-20,865	-22,5	1,365	0	/	/
ROZDÍL PROTI SKUTEČNĚ VYTĚŽENO (219,31) v m3 na 0,43 ha	zásoba (m3) porostu	Vyjádřeno v %					
PN	-24	-11,26					
KZP	-63,6	-29					

5.2. Plocha 5

5.2.1. Průměrkování na plno

Měřeno 20 výšek / 18 min. Výsledek průměrkování činil 148 kusů na ploše (smrk 87 ks tj. 59 %, borovice ks 30 tj 20 %, modřín 31 ks tj. 21 %. V přepočtu to tedy znamená 264 kusů na hektar (SM 155, BO 52,8, MD 55). Co se týče zásoby tak na ploše bylo naměřeno 211,93 m³ bez kůry (SM 125,67, BO 42,72, MD) 43,53) a v přepočtu to tedy činí 378,44 m³ bez kůry (SM 224,4, BO 53,57, MD 55,36) na hektar. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,43 b. k. Další údaje z průměrky: Dg = 39,9 cm (SM 39,6, BO 39,0, MO 41,5), Hg 29,9 m a kruhová základna 18,5 m².

5.2.2. KZP 1

Měřeno 15 výšek / 12 min. Po umístění odrazky bylo zjištěno 20 (smrk 12 ks tj. 57 %, borovice ks 5 tj. 23 %, modřín 3 ks tj. 14 %) stromů, všechny byly v ploše plně zaujaté. V přepočtu to tedy znamená 263 kusů na hektar (SM 157, BO 65, MD 39). Kusová odchylka od průměrkování na plno činí -0,38 % (SM 19,96 %, BO 34,27 %, MD -10,40 %). Co se týče zásoby tak na KPZ ploše bylo naměřeno 27,62 m³ bez kůry (SM 16,26, BO 6,81, MD 4,55) a v přepočtu to tedy činí 368,26 m³ bez kůry na hektar (SM 216,8, BO 90,8, MD 60,66). Objemová odchylka od průměrkování na plno činí -5,96 % (SM -3,39 %, BO 41 %, MD 8,73 %). Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,38 b. k. Odchylka je tedy -3,5 %. Další údaje z průměrky odchylky: Dg = 39,2 (-1,75) %, Hg = 29,4 (-1,67)

5.2.3. KZP 2

Měřeno 12 výšek / 9 min. Po umístění odrazky bylo zjištěno 18 (smrk 12 ks tj. 66 %, borovice ks 3 tj. 16 %, modřín 3 ks tj. 16 %) stromů, všechny byly v ploše plně zaujaté. V přepočtu to tedy znamená 240 kusů na hektar (SM 160, BO 40, MD 40). Kusová odchylka od průměrkování na plno činí -7,69 % (SM 3,13 %, BO -24,24 %, MD -27,27). Co se týče zásoby tak na KPZ ploše bylo naměřeno 26,69 m³ bez kůry (SM 18,27, BO 4,58, MD 3,85) a v přepočtu to tedy činí 355,86 m³ bez kůry na hektar (SM 243,6, BO 61,06, MD 51,33). Objemová odchylka od průměrkování na plno činí -2,69 % (SM 8,56 %, BO 12,27 %, MD 15,19 %). Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,48 b. k. Odchylka je tedy 3,39 %. Další údaje z průměrky odchylky: Dg = 40,4 (-2,65 %), Hg = 29,7 (-0,67 %).

5.2.4. Plocha 5 shrnutí

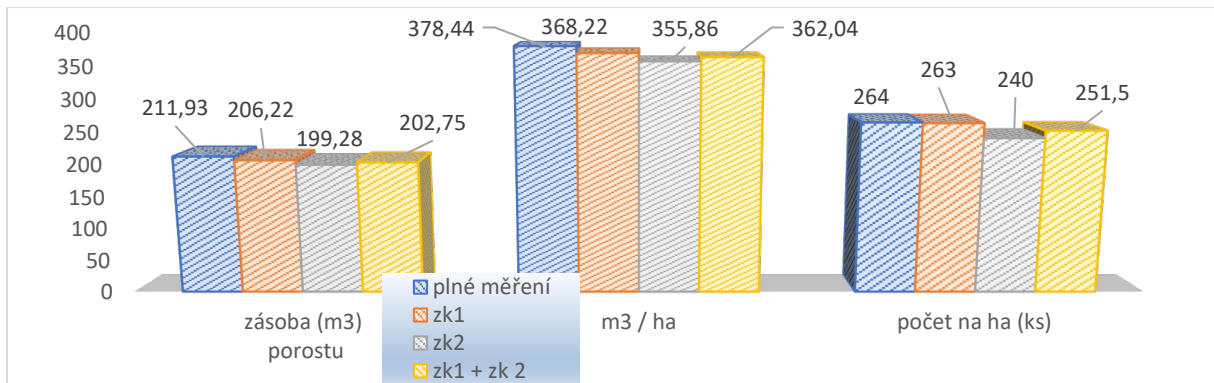
Průměrkováním naplno bylo zjištěno, že se na ploše nachází 211,93 m³ b. k. V přepočtu 378,44 m³ / ha. Výpočet průměrné zásoby z obou KZP na mýcenou plochu (0,56 ha) 202,76 m³ (odchylka -4,33 % oproti průměrkování naplno), tzn. 362,07 m³/ ha. Takto malá odchylka mezi těmito dvěma způsoby měření je důsledkem velké intenzity výběru. Odchylku lze označit za uspokojivou.

Ve skutečnosti se zde vytěžilo 236,5 m³

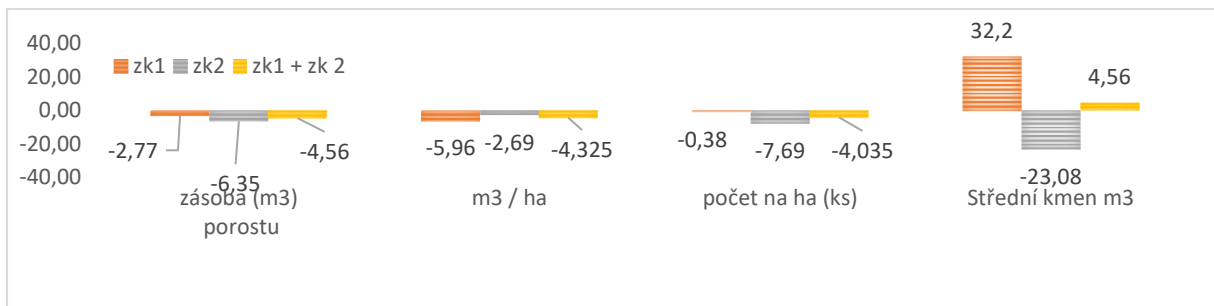
Odchylka metody průměrkování na plno od skutečné těžby činí: -10,39 % tj. -24,57 m³

Odchylka metody KZK od skutečné těžby činí: -14,26 % tj. -33,74 m³

Odchylka LHP od skutečné těžby činí: 3,44 % tj. 13,62 m³



graf 9 (Rozdíly měření v metodách PN a KZP plocha 5)



graf 10 (Procentuální odchylky mezi metodami PN a KZP plocha 5)

Tabulka 6 (výsledky plocha 5)

Zjištěná data	zásoba (m3)	m3 / ha	počet na ha (ks)	Střední kmen m3	Zastoupení v %		
	porostu				SM	BO	MD
plné měření	211,93	378,44	264	1,56	59	20	21
zk1	206,22	368,22	263	1,43	57	23	14
zk2	199,28	355,86	240	1,48	66	16	16
zk1 + zk 2	202,75	362,04	251,5	1,455	61,5	19,5	15
LHP	222,88	298	/	/	75	15	10
Skutečně vytěženo	223,62	399,32					
Rozdíly v % metody KZP oproti metodě PN	zásoba (m3)	m3 / ha	počet na ha (ks)	Střední kmen m3	Zastoupení v %		
	porostu				SM	BO	MD
zk1	-2,77	-5,96	-0,38	32,2	-3,39	15	-33
zk2	-6,35	-2,69	-7,69	-23,08	12,86	-20	-23,81
zk1 + zk 2	-4,56	-4,325	-4,035	4,56	4,24	-2,5	-28,57
ROZDÍL PROTI SKUTEČNĚ VYTĚŽENO (236,5) v m3 na 0,56 ha	zásoba (m3)	Vyjádřeno v %					
	porostu						
PN	-11,69		-5,23				
KZP	-20,86	-9,33					

5.3. Plocha 6

5.3.1. Průměrkování na plno

Měřeno 19 výšek / 10 min Výsledek průměrkování činil 72 kusů na ploše. V přepočtu to tedy znamená 360 kusů na hektar. Co se týče zásoby tak na ploše bylo naměřeno 104,78 m³ bez kůry a v přepočtu to tedy činí 523,6 m³ bez kůry na hektar. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,46 b. k. Další údaje z průměrky: Dg = 39,9 cm, Hg 29,4 m a kruhová základna 9 m².

5.3.1. KZP 1

Měřeno 10 výšek / 6 min. Po umístění odrazky bylo zjištěno 19 stromů, všechny byly v ploše plně zaujaté. V přepočtu to tedy znamená 346 kusů na hektar. Kusová odchylka od

průměrkování na plno činí -3,88 %. Co se týče zásoby, tak na KPZ ploše bylo naměřeno 29,02 m³ (145,1m³ na 0,2 ha) bez kůry a v přepočtu to tedy činí 527,63 m³ bez kůry na hektar. Objemová odchylka od průměrkování na plno činí +0,76 %. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,53 b. k. Odchylka je tedy +4,57. Další údaje z průměrky: Dg = 41 (+2,75 %,) Hg = 29,3 (-0,34 %).

5.3.2. KZP 2

Měřeno 13 výšek / 6 min. Po umístění odrazky bylo zjištěno 21 stromů, všechny byly v ploše plně zaujaté. V přepočtu to tedy znamená 381 kusů na hektar. Kusová odchylka od průměrkování na plno, činí +5,51 %. Co se týče zásoby tak na KZP bylo naměřeno 27,04 m³ (135,2 m³na 0,2) bez kůry a v přepočtu to tedy činí 491,63 m³ bez kůry na hektar. Objemová odchylka od průměrkování na plno činí -6,10 %. Průměrkou vypočtený objem středního kmene byl 1,29 b. k. Odchylka je tedy -11,64 %. Další údaje z průměrky: Dg = 37,2 (-6,76 %), Hg = 29,4 (0,0 %)

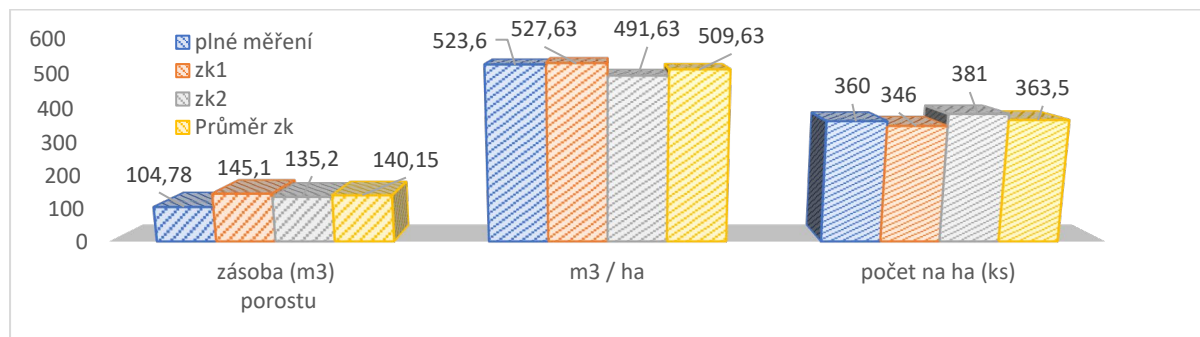
5.3.3. Plocha 6 shrnutí

Průměrkováním naplno bylo zjištěno, že na ploše se nachází 104,78 m³ b. k. V přepočtu 523,6 m³ / ha. Výpočet průměrné zásoby z obou KZP na mýcenou plochu (0,2 ha) 140,15 m³ (odchylka + 25,24 %), tzn. 509,63 m³/ ha. (odchylka -2,67).

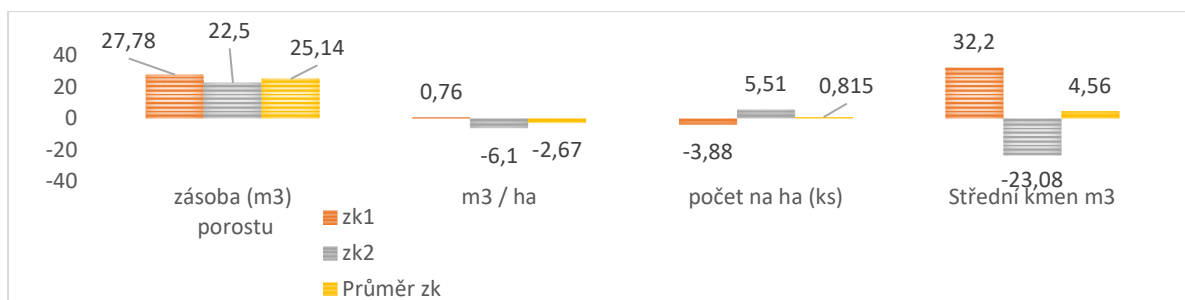
Ve skutečnosti se zde vytěžilo 98,3 m³

Odchylka metody průměrkování na plno od skutečné těžby činí: 6,59 % tj. 6,48 m³

Odchylka metody KZK od skutečné těžby činí: 42,57 % tj. 41,



graf 11 (Rozdíly měření v metodách PN a KZP plocha 6)



graf 12 (Procentuální odchylky mezi metodami PN a KZP plocha 6)

Tabulka 7 (výsledky plocha 6)

Zjištěná data	zásoba (m3) porostu	m3 / ha	počet na ha (ks)	Střední kmen m3	Zastoupení v %		
					SM	BO	MD
plné měření	104,78	523,6	360	1,56	100	/	/
zk1	145,1	527,63	346	2,3	100	/	/
zk2	135,2	491,63	381	1,2	100	/	/
zk1 + zk 2	140,15	509,63	363,5	1,75	100	/	/
LHP	101,6	508	/	/	100	/	/
Skutečně vytěženo	98,3	491,50					
rozdíly v % metody KZP oproti metodě PN	zásoba (m3) porostu	m3 / ha	počet na ha (ks)	Střední kmen m3	Zastoupení v %		
zk1	27,78	0,76	-3,88	32,2	0	/	/
zk2	22,5	-6,1	5,51	-23,08	0	/	/
zk1 + zk 2	25,14	-2,67	0,815	4,56	0	/	/
ROZDÍL PROTI SKUTEČNĚ VYTĚŽENO (98,3) v m3 na 0,2 ha	zásoba (m3) porostu	Vyjádřeno v %					
PN	6,48	6,59					
KZP	41,85	42,57					

5.4. Shrnutí

Zelené pole označují takovou velikost odchylky, která je přípustná viz metodika. Červené pole označují odchylky, které nejsou přípustné či nejsou v souladu s očekávaným trendem. Fialové pole je v souladu s trendem (mělo by se vytěžít více než bylo naměřeno při tvorbě LHP-přírůst), ale zde je toto číslo velice vysoké. Vysvětlení viz diskuze.

Tabulka 8 (Výsledné odchylky vztažené k skutečně vytěženo)

Výsledné odchylky vztažené k skutečně vytěženo	Plocha 1	Plocha 2	Plocha 3	Plocha 4	Plocha 5	Plocha 6
Skutečně	134,12	115,89	332,54	219,31	236,5	98,3
LHP %	-30	-2,6	5,3	16,08	3,34	-3,35
PN %	-6	-9	2,44	-11,39	-10,39	6,59
KZP %	11	-15,8	-14,92	-30	-14,26	42,57

6. Diskuze

6.1. Porovnání dat z LHP a skutečné těžby

Předpokládaný vývoj hodnot je takový, že množství vytěženého dřeva bude vyšší, než údaje v LHP. Důvod je, že se předpokládá přírůst od doby, kdy byla měřená data pro LHP. Podle zprávy o stavu lesa z roku 2017 je průměrný roční přírůst 4,9 m³/ha. Předpoklad růstu se potvrdil u plochy 3, 4 a plochy 5. Velikost očekávaného přírůstu splnila plocha 3 a 5, ale je vyšší než republikový průměr. U plochy 4 je ovšem přírůst tak vysoký, že se musí jednat o chybu v měření. Tato chyba pravděpodobně vznikla kvůli dvěma faktorům. Prvním je relativně velká výměra porostu (8,27 ha) a druhým je velká věková i výšková rozrůzněnost porostu. Těžba byla umístěna do části porostu s vyšším dg, a to výrazně navýšilo objem vytěženého dříví. Další ovlivňující chyba může být umístěna při samotném měření vytěženého dřeva. Tomu nasvědčuje vysoká záporná odchylka při průměrkování naplno. Pokud by tato chyba činila 10 % tak by odchylka LHP oproti statečnosti klesla na 6 %, což by skoro odpovídalo PP a chybě z rozrůzněnosti porostu. U porostů 1, 2 a 6 vyšla záporná odchylka. To by znamenalo, že se v porostu nachází méně dříví než o rok dříve. U porostu 2 a 6 to ovšem bude opět způsobeno velkou věkovou rozrůzněností porostu. U porostu 1 bude vzhledem t velice vysoké odchylce opravdu méně dříví. To bude způsobeno pomýtnou nahodilou těžbou v předchozím roce (nižší zkamenění než v LHP).

6.2. Porovnání dat z PN a skutečné těžby

Z hlediska použitelnosti této metody je horní hranice chyby 10 %. Toto kritérium splňují všechny plochy až na plochu 4. Zde je pravděpodobné, jak již bylo řečeno v porovnání dat z LHP, že chyba vznikla při měření vytěženého dříví. Nicméně přesnost této metody je 4-5 %.

Do této chyby se vešla pouze odchylka porostu 3. U zbylých porostů se projeví další dílčí chyby. Hlavní díl chyby bude pravděpodobně tvořit nahodilá chyba například měření tloušťek v 1,3 m od země, u porostu 5, kde byla odchylka jako 2. největší mohl mít vliv na měření oválný kmen.

6.3. Porovnání dat z KZP a skutečné těžby

Předpoklad zde byl, že bude odchylka vyšší než u PN. To se potvrdilo u všech ploch. Hranice použitelnosti této metody je 15-20 %. Do této hranice se vejdu všechny plochy kromě 4 a 6. Na ploše 4 došlo u obou KZP k výraznému podhodnocení. Naopak na ploše 6 došlo u obou KPZ k výraznému nadhodnocení. Problém tedy vznikl z důvodu vybrání nedostatečně reprezentativních KPZ. U plochy 4 je navíc výsledek pravděpodobně ovlivněn také chybou při měření vytěženého dříví. Pokud bychom odečetli 10 %, tak by se chyba na ploše 4 posunula na 20 % a to už je hranice použitelnosti.

Výsledky se pohybují jak do kladných hodnot, tak do záporných tzn. že nedocházelo k žádnému systematickému nadhodnocování či podhodnocování.

Závěr a doporučení

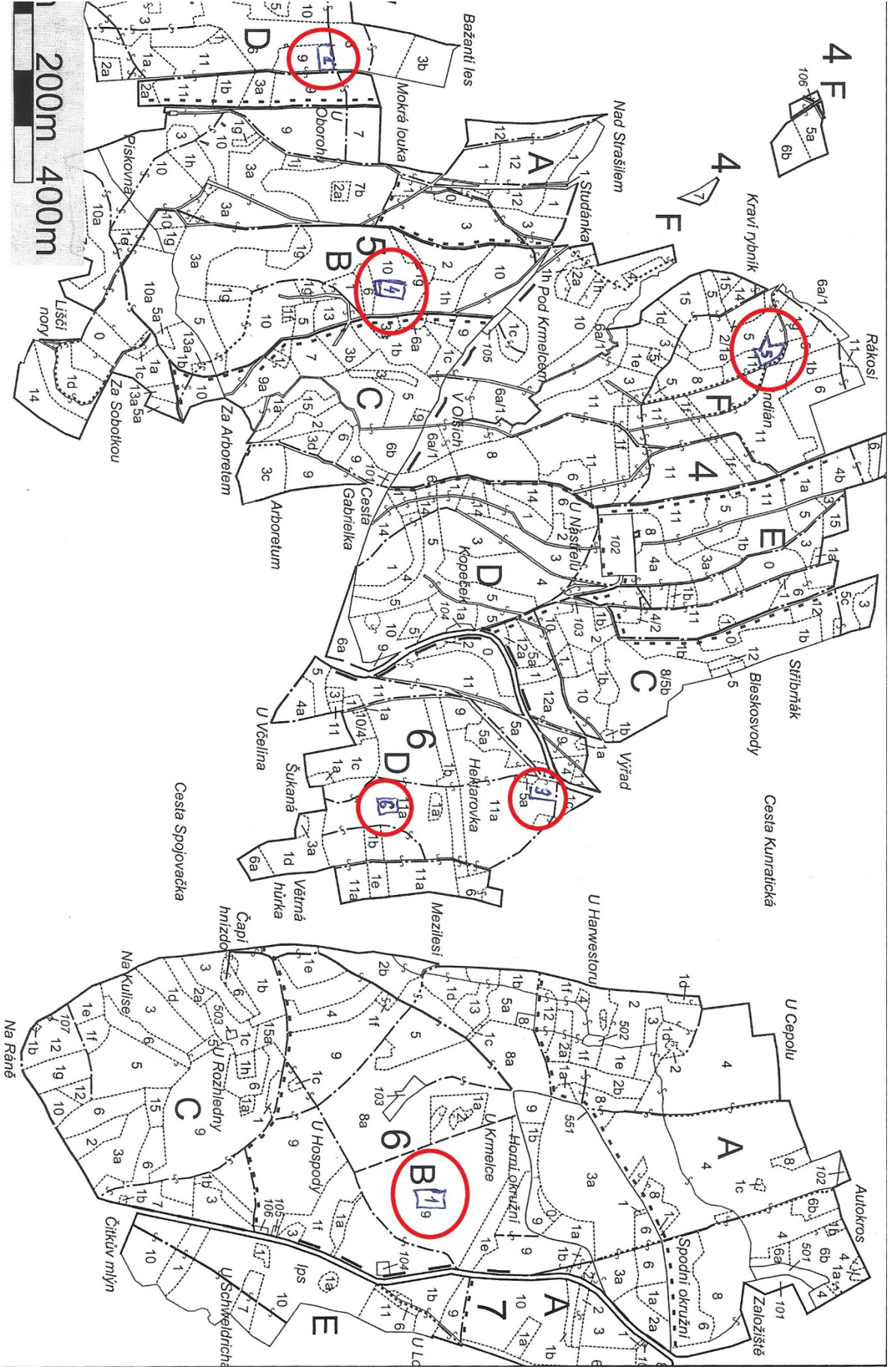
Provedl jsem měření zásob porostu na šesti plochách, v pěti porostech. Na každé ploše jsem měření provedl metodou průměrkování naplno a metodou kruhových zkusných ploch. Naměřené výsledky jsem porovnal s údaji z LHP a s údaji z těžby. Zjistil jsem, že metoda KZP je časově rychlejší metodou. Podle mého měření ušetří až 65 % času oproti PN. Metoda KZP je méně přesná, a to o 10%. Oproti tomu metoda průměrkování naplno je časově náročnější, ale přesnější. Dále jsem zjistil že, na základě mého měření bylo LHP sestaveno ze správně naměřených dat. V polovině případů byl viditelný růst zásoby porostu oproti LHP. Pouze v jednom případě byl zaznamenán výrazný pokles zásoby. Pro přesnější určení přírůstu zásoby by bylo potřeba danou veličinu sledovat delší časový úsek. Jednoduchým způsobem by toho šlo docílit tak, že by měření probíhalo na LHC s končící platností LHP. Tím by se docílilo, že bude přírůst sledován za dobu 8–9 let. Dále by šlo data porovnat s již neplatným LHP zpětně. Pokud jde o zásobu dříví zjišťovanou metodou PN, tak až na jednu výjimku se výsledky měření vešly do hranice použitelnosti této metody. Pro zlepšení výsledků je potřeba důsledně dbát pravidel stanovených v metodice pro měření veličin. Z hlediska lesnické praxe je však tato přesnost dostačující. Měření metodou KZP opět splnilo očekávání zvýšení nepřesnosti. Většina měření se ovšem vešla do hranice použitelnosti. Tady je naprosto zásadní správná volba reprezentativních částí porostu. Pokud je na těchto KZP malý rozdíl dochází po rozpočítání k velkému zkreslení údajů. To je dáno nedostatečným počtem ploch (ten je tak malý kvůli intenzitě výběru, aby se z hlediska časové náročnosti vyplatila oproti PN). Pokud je porost více rozrůzněný je dobré KZP zvolit tak, aby jedna spíše podhodnotila a druhá spíše nadhodnotila. V případě, kde obě nadhodnotí nebo podhodnotí nedojde při zprůměrování k vyrovnání chyby. Z hlediska efektivnosti je v českých legislativních podmínkách sečí do 1 ha potřeba vytyčovat maximálně 2-3 KZP. Pokud jde o porovnání těchto dvou metod, je při potřebě přesného měření (prodej dřeva na stojato) lepší volit metodu PN. Pokud je ovšem měření prováděno za účelem normování práce či normování odvozu dříví svou přesností metoda KZP postačí. Časová úspora metody KZP oproti metodě PN přitom činí 65 %. Je ale otázkou, zda pro takové plánování nepostačí údaje z LHP a údaj o průměrném přírůstu.

Seznam literatury a použitých zdrojů

1. ŠMELKO, Štefan. Dendrometria: [vysokoškolská učebnica]. Vyd. 2. Vo Zvolene: Technická univerzita, 2007. ISBN 978-80-228-1828-5.
2. ŠMELKO. *Meranie lesa a dreva*. Zvolen: Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov lesného a vodného hospodárstva SR, 2003. ISBN 80-89100-14-7.
3. *Digitech® Tape* [online]. 2016 [cit. 2020-06-10]. Dostupné z: <http://www.haglofsweden.com/index.php/en/products/instruments/calipers/313-digitech-tape>
4. DOLEŽAL, Bohumil, Václav KORF a Adolf PRIESOL. *Hospodářská úprava lesů*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1969.
5. *DP DME* [online]. 2016 [cit. 2020-06-10]. Dostupné z: <http://www.haglofsweden.com/index.php/en/products/instruments/calipers/312-dp-dme>
6. *DP GPS* [online]. 2016 [cit. 2020-06-10]. Dostupné z: <http://www.haglofsweden.com/index.php/en/products/instruments/calipers/492-dp-gps>
7. *DP GPS DME* [online]. 2016 [cit. 2020-06-10]. Dostupné z: <http://www.haglofsweden.com/index.php/en/products/instruments/calipers/494-dp-gps-dme>
8. *DP II Computer Caliper* [online]. 2016 [cit. 2020-06-10]. Dostupné z: <http://www.haglofsweden.com/index.php/en/products/instruments/calipers/398-digitech-ii>
9. DYRC, Petr. *Možnosti použití RPAS v lesnictví* [online]. Praha, 2018 [cit. 2020-06-10]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/77534/F1-DP-2018-Dyrc-Petr-Dyrc%20DP2018.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Diplomová práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ. Vedoucí práce Prof. Dr. Ing. Karel Pavelka.

10. *Forestry Pro II* [online]. 2018 [cit. 2020-06-10]. Dostupné z:
https://www.nikon.cz/cs_CZ/product/sport-optics/laser-range-finders/forestry-pro-ii
11. GATZIOLIS, Demetrios, Jean F. LIENARD, Andre VOGS a Nikolay S. STRIGUL. *3D Tree Dimensionality Assessment Using Photogrammetry and Small Unmanned Aerial Vehicles* [online]. , 1-21 [cit. 2020-06-13]. DOI: 10.1371. Dostupné z:
<https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0137765&type=printable>
12. KORF, Václav. *Taxace lesů*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1953. Lesnická knihovna (Státní zemědělské nakladatelství).
13. KUŽELKA, Karel, Róbert MARUŠÁK a Vilém URBÁNEK. *Dendrometrie*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2015. ISBN 978-80-213-2600-2.
14. MARUŠÁK, Róbert a Jan KAŠPAR. *Hospodářská úprava lesů II*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2016. ISBN 978-80-213-2617-0.
15. PIERMATTEI, Livia, Karel WILFRIED, Di WANG, et al. *Terrestrial Structure from Motion Photogrammetry for Deriving Forest Inventory Data* [online]. 20 April 2019, , 1-23 [cit. 2020-06-13]. DOI: 10.3390/rs11080950. Dostupné z:
<https://doi.org/10.3390/rs11080950>
16. TORRESAN, Chiara, Andrea BERTON a Federico CEROTENUTO. *Forestry applications of UAVs in Europe: a review* [online]. 06 Nov 2016, , 1-6 [cit. 2020-06-13]. DOI: 10.1080/01431161.2016.1252477. Dostupné z:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01431161.2016.1252477?journalCode=tres20>
17. *Vertex Laser Geo* [online]. 2017 [cit. 2020-06-10]. Dostupné z:
<http://www.haglofsweden.com/index.php/en/support-news/download/software/en/leaflets/85-the-vertex-laser-geo/file>

18. WULDER, Michael A. Wulder, Joanne C. WHITE, Ross F. NELSON a Erik NÆSSETC.
Lidar sampling for large-area forest characterization: A review [online]. June 2012, , 1-14 [cit. 2020-06-13]. DOI: 10.1016/j.rse.2012.02.001. Dostupné z:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425712000855>



200m 400m

Na Ráně