

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra hospodářské úpravy lesů



Zhodnocení správnosti relaskopické metody v mýtních porostech
pomocí mobilní aplikace MOTI

Bakalářská práce

Autor: František Krutský

Vedoucí práce: Ing. Jan Kašpar, Ph.D.

2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

František Krutský

Lesnictví

Název práce

Zhodnocení správnosti relaskopické metody v mýtních porostech pomocí mobilní aplikace MOTI

Název anglicky

Evaluation the angle-count sampling method accuracy in mature forest stands using MOTI mobile application

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zhodnotit možnosti využití mobilní aplikace MOTI pro určení porostní kruhové základny pomocí relaskopické metody v mýtních porostech (80-120 let). Součástí zhodnocení bude především ověření deklarované přesnosti určení kruhové základny při použití této aplikace.

Metodika

- 1) Bakalářská práce bude vypracována ve spolupráci s Bern University of Applied Science
- 2) V min. 10 vybraných lesních porostech ve věku 80–120 let bude určena kruhová základna porostu pomocí průměrkování naplno.
- 3) Následně bude v každém porostu budou založeny relaskopické zkusné plochy dle zásad stanovení vytvořovacích údajů zkusných relaskopických ploch
- 4) Na každé ze zkusných ploch bude pomocí aplikace určena porostní kruhová základna a následně z těchto údajů bude vypočítána průměrná hodnota za celý porost
- 5) Zhodnotí se dosažená správnost určení kruhové základny porostu k hodnotě získané celoplošným průměrkováním

Doporučený rozsah práce

30-40

Klíčová slova

zkusné plochy; relaskopická metoda; porostní charakteristiky

Doporučené zdroje informací

ŠMELKO, Š. – TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE. *Dendrometria : vysokoškolská učebnica*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2000. ISBN 80-228-0962-4.

URBÁNEK, V. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA, – KUŽELKA, K. – MARUŠÁK, R. *Dendrometrie*. V Praze: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2016. ISBN 978-80-213-2673-6.

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.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Jan Kašpar, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra hospodářské úpravy lesů

Konzultant

Michaela Voleková

Elektronicky schváleno dne 30. 4. 2018

Ing. Peter Surový, PhD.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2019

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Zhodnocení správnosti relaskopické metody v mýtních porostech pomocí mobilní aplikace MOTI vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jana Kašpara, 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 Praze dne 16. 4. 2019

Podpis autora

Mé poděkování patří zejména vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Kašparovi, Ph.D. za čas strávený konzultacemi a za jeho rady a připomínky. Za cenné rady děkuji i Ing. Karlu Kuželkovi, Ph.D. Dále bych chtěl poděkovat LHC Klášter Vyšší Brod za umožnění provádět terénní práce na jeho majetku.

V neposlední řadě děkuji i mým rodičům za podporu během celého dosavadního studia.

Abstrakt

Podobně jako v jiných odvětvích lidské činnosti dochází i v lesnictví k rozvoji stále dokonalejších nástrojů a pomůcek. Zejména v oblasti dendrometrie je tento vývoj velmi patrný, neboť tak rychlý rozvoj měřičských pomůcek, jaký proběhl během uplynulých desetiletí, nemá v historii obdoby. Na trhu je možné najít řadu pomůcek, jejichž poměr ceny a výkonu je stále příznivější. Existuje však i možnost, jak ušetřit přebytečně vynaložené náklady. V době, kdy většina z nás vlastní chytrý telefon, se otevírá možnost získat různé dendrometrické nástroje přímo do telefonu v podobě mobilních aplikací. Jednou z nich je právě aplikace MOTI, která si klade za cíl usnadnit práci lesníkům, být jim stále k dispozici, a přesto zůstat dostupná zdarma. Jelikož je aplikace zahraniční novinkou posledních pár let, informací o jejím testování lze najít velmi málo. Z tohoto důvodu byla v rámci této bakalářské práce aplikace testována v podmínkách České republiky. V deseti vybraných mýtních porostech byla zjišťována hodnota výčetní kruhové základny nejprve metodou průměrkování naplno, posléze i pomocí aplikace MOTI. Tyto dvě hodnoty byly navzájem porovnávány a byl určen rozdíl v dosažených hodnotách. V polovině případů byl menší než 15 %, v druhé polovině však často i mnohem vyšší. Statisticky bylo dokázáno, že výsledky dosažené relaskopováním pomocí aplikace MOTI byly systematicky nadhodnoceny.

Klíčová slova: relaskopická metoda, aplikace MOTI, výčetní kruhová základna

Abstract

Along with other branches of human activity, in forestry we are also witnessing the development of better and better devices and tools. This development is clearly visible especially in the area of dendrometry, because such a fast development of measuring tools, which has taken place during past decades, is unparalleled in history. On the market, we can find many tools with the steadily improving price-performance ratio. There is also a possibility to avoid the excessive costs. In times when most of us own a smartphone, a new possibility opens up to get various dendrometric tools directly onto the phone as mobile applications. One of them is an app called MOTI, which aims to make forester's work easier, to be always at their disposal, and to remain still available for free. As the application has been a news from abroad for the past several years, there has still been very little information about its testing. For this reason, it has been tested in this Bachelor's thesis in the conditions of the Czech Republic. In ten selected mature stands, the basal area value was determined, first by the full callipering method, and then also with the help of the MOTI application. These two values have been compared and their difference has been determined. In half of the cases, the difference was lower than 15%, in the other half it was often much higher. It has been statistically proven that the results acquired by relascope using the MOTI application are systematically overestimated.

Keywords: relascope method, MOTI application, basal area

Obsah

1	ÚVOD	12
2	CÍLE PRÁCE	13
3	ROZBOR PROBLEMATIKY	14
3.1	Vznik relaskopické metody	14
3.2	Princip relaskopické metody.....	14
3.3	Pomůcky	16
3.3.1	Relaskopická hůl.....	16
3.3.2	Řetízkový relaskop.....	16
3.3.3	Optický klínek.....	17
3.3.4	Zrcadlový relaskop.....	17
3.3.5	Tele-relaskop	19
3.3.6	Mobilní aplikace MOTI.....	20
4	METODIKA.....	22
4.1	MOTI.....	22
4.1.1	Seznámení s aplikací	22
4.1.2	Kalibrace.....	25
4.2	Specifikace zájmového území	27
4.3	Měření.....	27
4.3.1	Přípravné práce	28
4.3.2	Průměrkování naplno	28
4.3.3	Relaskopování pomocí MOTI	29
4.4	Výpočet VKZ.....	32
4.5	Studentův párový t-test.....	32
5	VÝSLEDKY	34
5.1	Základní informace	34
5.2	Porostní skupiny.....	34
5.3	Studentův párový t-test.....	55
6	DISKUZE.....	57
7	ZÁVĚR	60
8	SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	61
9	SEZNAM PŘÍLOH	64
10	PŘÍLOHY	65

Seznam obrázků

Obr. 1 První dialogové okno	22
Obr. 2 Hlavní nabídka	22
Obr. 3 Symboly z pravého horního rohu hlavní nabídky	22
Obr. 4 Nastavení	23
Obr. 5 Nabídka po rozkliknutí symbolu v pravém horním rohu.....	23
Obr. 6 Symbol pro spuštění relaskopování.....	24
Obr. 7 Okno pro vlastní relaskopování	24
Obr. 8 Kalibrace orientace fotoaparátu	25
Obr. 9 Umístění válce na vytištěný vzor (Zdroj: aplikace MOTI).....	26
Obr. 10 Kalibrace záměrného úhlu fotoaparátu.....	26
Obr. 11 Nomogram pro určení záměrné úsečky (Zdroj: Šmelko, 1968 in Šmelko, 2000).....	30

Seznam tabulek

Tab. 1 Základní údaje o porostní skupině 104B10	34
Tab. 2 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 104B10	35
Tab. 3 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 104B10	35
Tab. 4 Výsledky relaskopování v porostní skupině 104B10	36
Tab. 5 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 104B10.....	36
Tab. 6 Základní údaje o porostní skupině 105D10	37
Tab. 7 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 105D10.....	37
Tab. 8 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 105D10	38
Tab. 9 Výsledky relaskopování v porostní skupině 105D10.....	38
Tab. 10 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 105D10	38
Tab. 11 Základní údaje o porostní skupině 105E11.....	39
Tab. 12 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 105E11	39
Tab. 13 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 105E11	40
Tab. 14 Výsledky relaskopování v porostní skupině 105E11	40
Tab. 15 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 105E11	41
Tab. 16 Základní údaje o porostní skupině 108C9	41
Tab. 17 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 108C9.....	42
Tab. 18 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 108C9	42
Tab. 19 Výsledky relaskopování v porostní skupině 108C9.....	42
Tab. 20 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 108C9.....	43
Tab. 21 Základní údaje o porostní skupině 108D11	43
Tab. 22 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 108D11.....	44
Tab. 23 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 108D11	44
Tab. 24 Výsledky relaskopování v porostní skupině 108D11	45
Tab. 25 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 108D11	45
Tab. 26 Základní údaje o porostní skupině 110D12	45
Tab. 27 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 110D12.....	46
Tab. 28 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 110D12	46
Tab. 29 Výsledky relaskopování v porostní skupině 110D12.....	47
Tab. 30 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 110D12	47
Tab. 31 Základní údaje o porostní skupině 122B10	47
Tab. 32 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 122B10	48
Tab. 33 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 122B10	48

Tab. 34 Výsledky relaskopování v porostní skupině 122B10	49
Tab. 35 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 122B10.....	49
Tab. 36 Základní údaje o porostní skupině 124B9a.....	49
Tab. 37 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 124B9a	50
Tab. 38 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 124B9a.....	50
Tab. 39 Výsledky relaskopování v porostní skupině 124B9a	50
Tab. 40 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 124B9a	51
Tab. 41 Základní údaje o porostní skupině 202F11	51
Tab. 42 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 202F11	52
Tab. 43 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 202F11	52
Tab. 44 Výsledky relaskopování v porostní skupině 202F11.....	52
Tab. 45 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 202F11	53
Tab. 46 Základní údaje o porostní skupině 213A11b	53
Tab. 47 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 213A11b.....	53
Tab. 48 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 213A11b	54
Tab. 49 Výsledky relaskopování v porostní skupině 213A11b	54
Tab. 50 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 213A11b.....	55
Tab. 51 Výpočet rozdílu hodnot VKZ	56

1 ÚVOD

Ve většině odvětví lidské činnosti dochází k určitému vývojovému posunu. Člověk se snaží svou práci si stále více a více ulehčovat. Během posledních desetiletí došlo k tak výraznému pokroku v oblasti elektroniky, jaký nemá v historii obdoby. Stále dokonalejší přístroje je možné pořizovat za stále dostupnější ceny. Velikým průlomem bylo vyvinutí takzvaných chytrých telefonů, do kterých je možné nainstalovat veliké množství různých mobilních aplikací.

V současné době vlastní chytrý telefon většina lesníků. Ten využívá nejen pro své osobní záležitosti, ale i ve své profesi. Mnohé firmy nabízejí software, který usnadňuje lesníkům jejich práci. Jedná se například o možnost mít k dispozici ve svém mobilním telefonu lesnické mapy, hospodářskou knihu nebo vedení evidence. Tím se stává mobilní telefon důležitou součástí života lesníka. Tyto různé funkce mají ale obrovskou nevýhodu. Jsou z velké části komerční a finanční částka za jejich pořízení a provoz nebývá nízká. Existují však i aplikace, které si může jakýkoliv vlastník chytrého telefonu pořídit zdarma, a přesto často plnohodnotně nahrazují velké množství pomůcek. Jedná se o různé aplikace, které většinou zjednodušují a urychlují práci při zjišťování různých dendrometrických veličin, ať už porostních nebo stromových. Jednou z nich je právě aplikace MOTI, která si klade za cíl usnadnit lesníkům práci při zjišťování dendrometrických veličin při zachování dostupnosti zdarma. Tato aplikace byla vyvinuta odborníky ze švýcarské univerzity Berner Fachhochschule (BFH) z Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL). Aplikace MOTI poskytuje několik možností využití. Je možné ji využít k určení výčetní kruhové základny (VKZ), výšky stromů, počtu stromů na hektar a zásoby, a to na čtyřech úrovních měření. Tím se stává aplikace univerzální dendrometrickou pomůckou, přinášející oproti běžným pomůckám několik vylepšení. Velikým přínosem a zjednodušením je automatická korekce na sklon terénu. Provoz aplikace není závislý na připojení k internetu, nicméně s jeho využitím je možné naměřená data zálohovat. Univerzalita pomůcky je dána i tím, že je možné nastavit si libovolnou velikost záměrné úsečky. Dalším přínosem je i možnost přiblížení obrazovky a s ní spojené lepší posouzení hraničních stromů.

2 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této bakalářské práce je zhodnocení možnosti využití mobilní aplikace MOTI pro určení VKZ pomocí relaskopické metody v mýtních porostech. Součástí zhodnocení bude především ověření deklarované přesnosti určení VKZ při použití této aplikace. Přesnost bude porovnáována na deseti vybraných porostech ve věku 80-120 let. V každém porostu bude zjištěna hodnota VKZ nejprve průměrkováním naplno, poté pomocí mobilní aplikace. Tyto dvě hodnoty budou konfrontovány a bude stanovena přesnost a správnost relaskopické metody k referenčním hodnotám průměrkování naplno. Cílem této práce bude také zjištění, zda má aplikace uplatnění i v praktickém lesnictví, tedy jestli může částečně nahradit doposud používané relaskopické pomůcky. V rámci literární rešerše bude popsán vznik a princip relaskopické metody a bude vypracován i přehled základních relaskopických pomůcek.

3 ROZBOR PROBLEMATIKY

3.1 Vznik relaskopické metody

Relaskopickou metodu, založenou na úhlovém sčítání kmenů, odvodil a matematicky doložil již v roce 1948 rakouský lesník a univerzitní profesor Walter Bitterlich. Tento muž začal konstruovat stále dokonalejší přístroje, jimiž bylo možné měřit VKZ, ale i jiné dendrometrické veličiny (Šmelko, 2000).

3.2 Princip relaskopické metody

Relaskopická metoda je reprezentativní metoda založená na porovnání úhlu nebo délky záměrné úsečky, pod nimiž měřič vidí výčetní tloušťku stromu (Kuželka et al., 2016). Tato metoda umožňuje bez průměrkování velmi jednoduše, rychle a dostatečně přesně stanovit VKZ na 1 ha porostu (Šmelko, 2000). Relaskopická zkusná plocha je zvláštní druh kruhové zkusné plochy založený na úhlovém sčítání stromů (Šmelko, 2003).

Kuželka et al. (2016) podrobně vysvětluje odvození matematických vzorců. Relaskopickou pomůcku si lze představit jako tyčku o délce C , která má na konci umístěnu destičku s výřezem širokým 1 cm. Tato pomůcka určuje záměrný úhel α , který lze vyjádřit jako

$$\alpha = 2 \cdot \arctan \frac{1}{2 \cdot C}. \quad (3.1)$$

Pro definování stejného úhlu je možno využít jakoukoli jinou pomůcku (např. řetízek s destičkou), která zachová stejný poměr délky pomůcky a šířky výřezu. Délku tedy můžeme obecně vyjádřit jako $a \cdot C$ a šířku výřezu jako a .

Pokud najdeme strom i o výčetní tloušťce d_i , jehož výčetní tloušťka se při pohledu přes relaskopickou pomůcku přesně kryje s hranami výřezu, jedná se o tzv. hraniční strom, neboť poměr tloušťky stromu a vzdálenosti měřiče od stromu přesně odpovídá poměru šířky výřezu a délky relaskopické pomůcky.

$$\frac{d_i}{r_i} = \frac{1}{C} \quad (3.2)$$

Úpravou této rovnice můžeme vyjádřit r_i - největší možnou vzdálenost měřiče od stromu, v níž se musí měřič nacházet, aby se strom jevil stále jako zaujatý.

$$r_i = C \cdot d_i \quad (3.3)$$

Hodnota r_i zároveň udává poloměr pomyslné kruhové plochy P_i , jejíž rozloha je dána vztahem

$$P_i = \pi \cdot r_i^2 = \pi \cdot C^2 \cdot d_i^2. \quad (3.4)$$

VKZ tohoto stromu lze vypočítat ze vzorce pro obsah kruhu.

$$g_i = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \quad (3.5)$$

Na pomyslné ploše P_i máme VKZ g_i . Poměr těchto dvou ploch lze rozšířit na plochu jednoho hektaru. To provedeme tak, že g_i vynásobíme přepočtovou konstantou 10000 m²/ha a podělíme plochou P_i . Takto získáme hodnotu kruhové základny na hektar $G_{i[ha]}$, která odpovídá pozorování i -tého stromu.

$$G_{i[ha]} = \frac{10000}{P_i} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 = \frac{10000}{\pi \cdot C^2 \cdot d_i^2} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 = \frac{2500}{C^2} \quad (3.6)$$

Každý strom hodnocený jako zaujatý přispívá hektarové kruhové základně hodnotou $G_{i[ha]} = 2500/C^2$. Tato hodnota závisí pouze na konstantě C , která je určena záměrným úhlem relaskopické pomůcky. Konstanta C se nazývá distanční faktor.

Počet zaujatých stromů na daném stanovišti je roven počtu pomyslných kruhů, v jejichž průniku se nachází měřič. Celkovou hodnotu VKZ získáme vynásobením hektarové kruhové základny zaujatého stromu $G_{i[ha]}$ počtem zaujatých stromů m .

$$G_{[ha]} = m \cdot G_{i[ha]} = m \cdot \frac{2500}{C^2} \quad (3.7)$$

Kvůli zjednodušení byla zavedena tzv. záměrná úsečka c , pro kterou platí vztah

$$c = \frac{2500}{C^2}. \quad (3.8)$$

Ze vzorce je patrné, že záměrná úsečka znovu závisí pouze na velikosti záměrného úhlu relaskopické pomůcky a přímo převádí počet zaujatých stromů na hektarovou kruhovou základnu porostu. Jednotka záměrné úsečky je tedy m^2/ha . Pokud za C dosadíme hodnotu 50 (délka relaskopické pomůcky je tedy 50krát větší než šířka výřezu), VKZ každého zaujatého stromu je rovna 1 m^2 , proto celková VKZ na hektar je přímo rovna počtu zaujatých stromů.

$$G_{[\text{ha}]} = m \cdot c \quad (3.9)$$

3.3 Pomůcky

3.3.1 Relaskopická hůl

Jako první relaskopická pomůcka byla vyvinuta tzv. relaskopická hůl, kterou tvoří tyčka o délce (b), na jejímž konci je umístěna destička s výřezem šířky (a). Poměr délky tyčky (a) a šířky zářezu (b) vytváří záměrný úhel α (Šmelko, 2000).

Tento poměr je shodný s poměrem vzdálenosti měřiče od stromu (R) a výčetní tloušťky hraničního stromu (d). Hraniční strom se nám pak při pohledu přes zářez přesně kryje s hranami zářezu. Pokud se výčetní tloušťka stromu jeví širší než zářez, strom je zaujatý, pokud užší, strom je nezaujatý.

Výhodou relaskopické hole je jednoduché zhotovení, což se odráží na výrazně nižších nákladech. Velkou nevýhodou je však nemožnost záměny záměrné úsečky.

Korf (1972) ve své učebnici dendrometrie uvádí konkrétní postup měření s touto pomůckou: „*Hůl přiložíme k tváři jako pušku a otočíme tak, aby úzká hrana měřící destičky se dvěma zářezy byla horizontální a zároveň kolmo na směr pozorování. Taxátor se pak otáčí kolem své osy a zaměřuje na každý jednotlivý viditelný strom, jehož průměr přesahuje vnější hrany obou zářezů měřící destičky a při tom hlásí pomocníku dřevinu.*“

3.3.2 Řetízkový relaskop

Dnes velice rozšířenou relaskopickou pomůckou je řetízkový relaskop. Funguje na stejném principu jako relaskopická hůl s tím rozdílem, že vzdálenost oka měřiče od zářezu je dána řetízkem. Plíšek se zářezem často kombinuje několik záměrných úseček, obvykle $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4. Proto je tato pomůcka použitelná ve všech porostech v podmínkách České republiky. Její velkou výhodou je i snadný transport a značná odolnost. Švédská firma Haglöf ji nabízí buď samostatně, nebo spolu s výškoměrem (Kuželka et al., 2016).

3.3.3 Optický klínek

Optický klínek je dodnes velmi oblíbenou pomůckou i přes své mnohé nevýhody. Jedná se o šikmo zbroušený hranol z organického či anorganického skla, který láme světelné paprsky, jež přes něj procházejí. Lom světla posouvá obraz pozorovaného kmene do boku. Zdánlivý posun kmene pak určí, zda strom je či není zaujatý. Pokud alespoň část kmene vidíme jako nepřetržitou linii, počítáme strom jako zaujatý, pokud zdánlivý posun zcela vybočuje mimo pozorovaný kmen, strom je nazaujatý. V praxi se většinou setkáme s klínkem, jehož hodnota záměrné úsečky je přibližně rovna jedné. Tím je použití této pomůcky velmi omezeno. Mezi výhody však můžeme řadit snadný transport a pohodlné odečítání stromů (Kuželka et al., 2016).

Velikou nevýhodou všech třech výše zmíněných pomůcek je nutnost provádět korekci na sklon při použití ve sklonitých terénech. Výslednou hodnotu kruhové základny je potřeba zvětšit násobným koeficientem, jehož hodnotu zjistíme ze vzorce:

$$k = \frac{1}{\cos\beta}, \quad (3.10)$$

kde β je dána sklonem terénu ve stupních.

3.3.4 Zrcadlový relaskop

Významnou novinkou byl ve své době vynález profesora Bitterlicha, který přišel s naprosto novým principem měření v lesnictví.

Zrcadlový relaskop je univerzálním přístrojem, jehož pomocí lze měřit nejen VKZ, ale i další dendrometrické veličiny (Kuželka et al., 2016).

Bitterlich (1990) v manuálu tohoto přístroje uvádí následující možnosti použití:

- Určení horizontální vzdálenosti s automatickou korekcí na sklon terénu
- Měření výšky stromu nebo jeho jednotlivých částí
- Odhad tloušťky v libovolné výšce na stromě
- Rychlé určení štíhlostního koeficientu stojícího stromu
- Určení výtvarnicové výšky a objemu stojícího stromu pomocí Presslerovy teorie
- Určení sklonu terénu

Tento přístroj dnes ustupuje před modernějšími pomůckami, které nemají tak vysokou pořizovací cenu a nevyžadují takovou odbornou náročnost na obsluhu, jako je tomu u

zrcadlového relaskopu. Jeho obrovskou výhodou je však automatická korekce na sklon terénu, což většina ostatních relaskopických pomůcek neumožňuje.

Šmelko (2000) rozděluje zrcadlový relaskop podle měřicí škály na následující tři typy:

1. Relaskop se standartní škálou

Přístroj se standartní metrickou škálou, který je zkonstruován tak, aby byl použitelný pro podmínky Evropy.

Při měření se přístroj drží v pravé ruce, zorné pole je rozděleno na dvě poloviny. V horní polovině lze pozorovat volný terén, v dolní polovině je zobrazena škála, která se u odaretovaného přístroje posouvá dle naklonění. Hodnoty měření se odečítají přímo na rozhraní těchto dvou polovin. Jak bylo uvedeno výše, tato pomůcka má všestranné použití.

a) Určení VKZ porostu

K tomuto účelu jsou na stupnici viditelné černé a bílé proužky, jejichž různá kombinace determinuje použití pěti záměrných úseček. Jsou to hodnoty 1/4, 1/2, 1, 2 a 4. Šířka proužků se při naklonění přístroje zužuje, což zajišťuje automatickou korekci na sklon terénu.

b) Optické měření vzdáleností

Při měření vzdáleností se relaskop musí otočit o 90 stupňů tak, aby se zorné pole rozdělilo ve vertikálním směru. V levé polovině lze pozorovat volný terén, v pravé polovině měřicí škálu. Ta spolu s dvoumetrovou latí umožňuje měření 15, 20, 25 a 30 m vzdálenosti. Pokud je zapotřebí změřit i jinou vzdálenost, použije se kombinace proužků záměrné úsečky 4. Horizontální délka se pak rovná 25-násobku délky použité latě.

c) Měření výšek stromu

Relaskop umožňuje měření výšek z odstupových vzdáleností 20, 25 a 30 m. Měření probíhá podobně jako u ostatních výškoměrů, tedy záměrou na vrchol a patu stromu.

d) Odhad tloušťky v libovolné výšce na stromě

Odhad je možno provést ze vzdálenosti 15, 20, 25 a 30 m pomocí záměrné úsečky 1 a čtyř dalších černobílých proužků. Polovina záměrné úsečky 1 udává takovou šířku v cm, která odpovídá odstupové vzdálenosti od stromu v metrech.

e) Měření výtvarnicové výšky

Pro odvození této veličiny se vychází z teorie Presslerovy úměrné výšky, pro jejíž určení je třeba najít na stromě tzv. úměrný bod. To je místo na kmeni, kde se tloušťka příčného průřezu rovná polovině výčetní tloušťky. Odstupuje se od stromu, dokud se záměrná úsečka 4 přesně nekryje s výčetní tloušťkou stromu. Odtud se hledá místo na kmeni, kde se jeho tloušťka přesně kryje se záměrnou úsečkou 1. Na výškové stupnici pro vzdálenost 25 m se zjistí výška úměrného bodu.

f) Měření sklonu terénu

K tomuto účelu se použije škála pro měření výšek. Opět je potřeba použít záměrnou lať se stupnicí. Převýšení na 100 m, tedy sklon v %, lze získat tehdy, pokud se hodnota převýšení na 20 m, resp. 25 m vynásobí hodnotou 5, resp. 4.

2. Relaskop se širokou škálou

Přístroj, který je určen do podmínek tropů a výběrného lesa, kde se tloušťkové dimenze stromů pohybují ve větších hodnotách (Štipl, 2000). V relaskopu je zabudována škála s širokou stupnicí (něm. Breitskala, angl. Wide Scale). Konstručně se přístroj neliší od relaskopu se standardní škálou.

3. Relaskop s CP-škálou

Vylepšený relaskop, který se začal vyrábět od roku 1983, spojuje přednosti obou výše zmíněných typů. Je vybaven podstatně jinou škálou obsahující i samostatnou záměrnou úsečku 3. Podél všech záměrných úseček jsou znaky, které upozorňují měřiče na hraniční stromy, které by se měly ověřit měřením. Měřicí škála je doplněna o tzv. CP-stupnici na kvadratickou kosinovou korekturu. Ta se využije při určení odstupové vzdálenosti optickým klínem a dálkoměrnou lať.

3.3.5 Tele-relaskop

Telerelaskop umožňuje přesné měření dendrometrických veličin stojících stromů nedestruktivní metodou. Osminásobné zvětšení dalekohledu a systém škál s relativními jednotkami usnadňují měření z jakékoli odstupové vzdálenosti (Parker, 1997).

Nejvyvinutějším typem relaskopu je tele-relaskop, který funguje jako samostatně pracující tachymetr. Je vybaven dalekohledem, který disponuje jak osminásobným zvětšením obrazu, tak i vysokou světelností. Ta zajišťuje použití i ve zhoršených

světelných podmínkách. Tele-relaskop oproti předchozímu modelu relaskopu přináší mnoho výhod. Největší z nich je možnost měření výšky a tloušťky v nedostupných výškách z jakékoli odstupové vzdálenosti. Přístroj totiž pracuje s tzv. tachymetrickými jednotkami. Pro relaskopování je přístroj vybaven celkem 7 záměrnými úsečkami, které nabývají hodnot $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2, $\frac{9}{4}$, 3 a 4 (Šmelko, 2000).

3.3.6 Mobilní aplikace MOTI

3.3.6.1 Představení

MOTI je aplikace pro chytré telefony, která umožňuje několika málo kliknutími zjistit stav lesního porostu – zásobu, výšku stromů, VKZ a počet stromů na hektar (Rosset et al., 2015). Její zaměření je orientováno na odbornou lesnickou veřejnost. Umožňuje snadno a spolehlivě stanovit základní dendrometrické veličiny. Brand (2013) predikuje, že v budoucnu budou moci lesníci pořizovat důležitá data o lesních porostech s velmi malou časovou náročností a bez pořizování drahých zařízení právě díky této aplikaci.

Aplikace vznikla v rámci projektů informační technologie na HAFL a spolu s dalšími projekty tvoří velký projekt v oblasti lesnického plánování a managementu. Mezi dílčí projekty patří například projekt SiWaWa. To je růstový simulátor, který okouzluje svou jednoduchostí a je předurčen pro praktické využití (Rosset, 2014). Jako vstupní údaje vyžaduje počet kmenů a VKZ na hektar, k čemuž využívá právě aplikaci MOTI (www.siwawa.org).

MOTI je výsledkem výzkumných a vývojových projektů, na kterých se podíleli jak odborníci z HAFL, tak výzkumníci z katedry techniky a informatiky BFH. Projekt byl financován a podpořen z fondů švýcarského úřadu Bundesamt für Umwelt (BAFU) a díky přispění sedmi švýcarských kantonů (Rosset et al., 2015).

3.3.6.2 Možnosti využití

V hlavní nabídce aplikace je možné vybrat nástroj pro měření následujících dendrometrických veličin:

1. Výčetní kruhová základna (VKZ) na ha (G) s možností rozlišení dřevin
2. Počet kmenů na hektar (N)
3. Výšky stromů (h)
4. Zásoba hroubí na ha (V)

Aplikaci je možné využít na následujících čtyřech úrovních, jak se lze dočíst na internetových stránkách aplikace (www.moti.ch):

1. Jednotlivé měření - G (VKZ na ha), N (počet kmenů na ha), h (výška stromu) nebo V (zásoba na hektar) bez uložení výsledků měření
2. Sdružování několika měření a uložení výsledků, včetně GPS souřadnic místa měření (jednotlivé zkusné plochy)
3. Porostní inventarizace: Několik zkusných ploch v rámci jednoho porostu s průběžným výpočtem odhadovaného rozsahu chyb
4. Lokální inventarizace: např. na předem definované síti zkusných ploch s průběžným výpočtem odhadovaného rozsahu chyb

3.3.6.3 Princip

Aplikace funguje díky senzorům a funkcím, kterými je vybavena valná většina moderních telefonů. Jedná se zejména o fotoaparát a pohybový senzor. Právě tyto elementy podporují a zjednodušují průběh měření. Kombinací různých čidel je možné přenést funkce různých přístrojů (např. zrcadlového relaskopu) do mobilního zařízení (Brand, 2012).

Díky pevné ohniskové vzdálenosti objektivu je možné pozorovat úhel mezi dvěma libovolnými body. Tak lze stanovit požadovaný úhel pro relaskopickou metodu a ten přenést na stanovení záměrné úsečky (Brand, 2012).

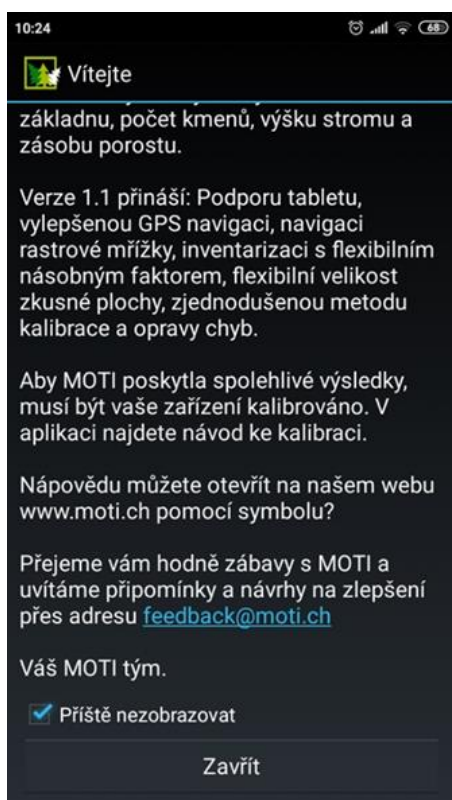
Analogicky k zrcadlovému relaskopu provádí aplikace automatickou opravu na sklon terénu. Prostřednictvím magnetického senzoru a akcelerometru může telefon kdykoliv určit svoji prostorovou orientaci, tím také i náklon od vertikální osy. Software využívá náklon k tomu, aby upravil šířku výseče. Ta je nejširší, pokud je telefon přesně ve svislé poloze. Při náklonu pohybem nahoru a dolů se výseč zužuje (Brand, 2012).

4 METODIKA

4.1 MOTI

4.1.1 Seznámení s aplikací

Po spuštění aplikace se zobrazí první dialogové okno. V něm je uživatel přivítán, seznámen se samotnou aplikací, dále s tím, co přináší nová verze a s nutností kalibrace zařízení. Ve spodní části okna je připojen odkaz sloužící pro zpětnou vazbu. Po označení nabídky *Příště nezobrazovat* a potvrzením tlačítkem *Zavřít* se toto okno nebude příště při spuštění zobrazovat (Obr. 1).



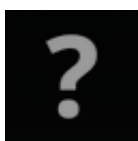
Obr. 1 První dialogové okno



Obr. 2 Hlavní nabídka

Uživatel se dostává do hlavní nabídky (Obr. 2). Zde si může zvolit, pro jakou úroveň chce měření provádět (viz Možnosti využití). V rámci této práce bude použita funkce pro jednotlivé měření a pouze pro určení výčetní kruhové základny (VKZ).

V pravém horním rohu obrazovky se nacházejí tři symboly:



a)



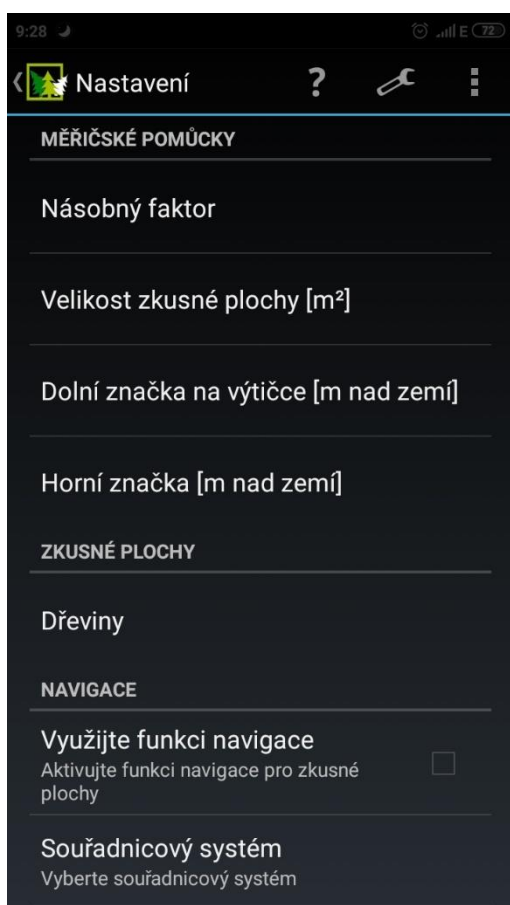
b)



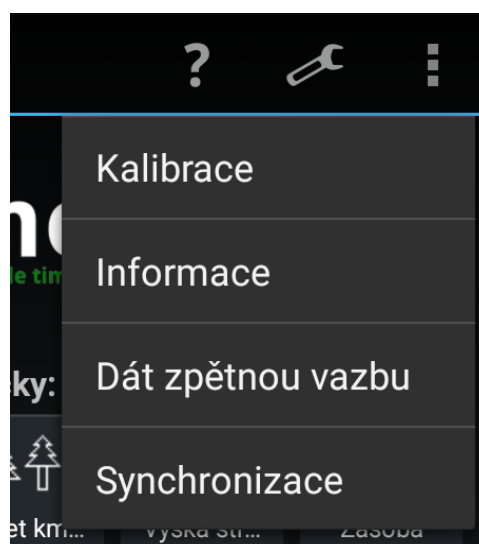
c)

Obr. 3 Symboly z pravého horního rohu hlavní nabídky

- a) uživatel je automaticky přesměrován na internetové stránky aplikace
- b) uživatel přejde do nabídky *Nastavení*, kde může libovolně zvolit násobný faktor a další parametry (Obr. 4).
- c) uživatel může dále vybírat z možností *Kalibrace*, *Informace*, *Dát zpětnou vazbu* a *Synchronizace* (Obr. 5)
 - Kalibrace – zde je možné již kalibrované hodnoty přenastavit ručně nebo zařízení znovu kalibrovat
 - Informace – zde si uživatel může přečíst základní informace o celém projektu
 - Dát zpětnou vazbu – uživatel může aplikaci ohodnotit prostřednictvím e-mailu
 - Synchronizace – možná jen pro registrované uživatele

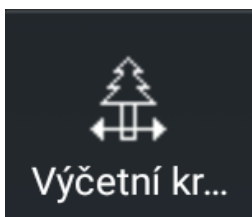


Obr. 4 Nastavení

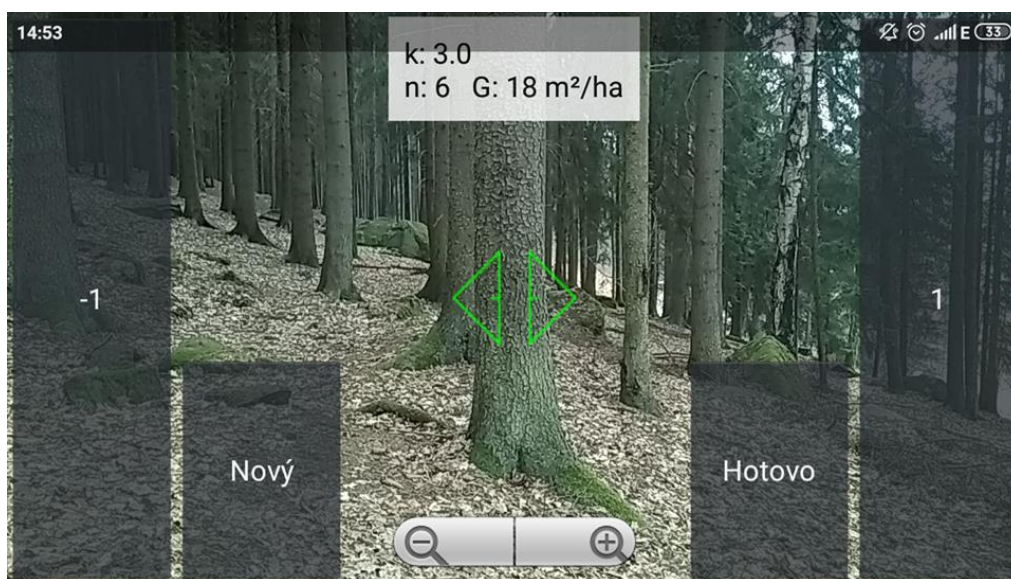


Obr. 5 Nabídka po rozkliknutí symbolu v pravém horním rohu

Pokud se uživatel vrátí do hlavní nabídky a klikne na tlačítko z Obr. 6, zobrazí se mu okno pro vlastní relaskopování (Obr. 7).



Obr. 6 Symbol pro spuštění relaskopování



Obr. 7 Okno pro vlastní relaskopování

V horní části obrazovky se nachází bílá tabulka s aktuálními hodnotami. Malé písmeno k značí právě používaný násobný faktor, písmeno n značí počet zaujatých stromů na daném stanovišti a velké G určuje automaticky přepočítanou hodnotu VKZ na hektar.

Po stranách obrazovky jsou umístěna tlačítka -1 a 1 , jejichž pomocí uživatel zvyšuje nebo snižuje počet zaujatých stromů.

Ve středu obrazovky jsou umístěny dva zelené rovnostranné pravoúhlé trojúhelníky, jejichž přepony vymezují výseč pro posuzování zaujatosti pozorovaných stromů.

Pod nimi se nachází tlačítko sloužící k přiblížení či oddálení obrazovky. Posuzované stromy je možno pozorovat pomocí čtyř úrovní zvětšení.

Po stranách tohoto nástroje se nachází další dvě tlačítka. Tlačítko s nápisem *Nový* vynuluje aktuálně měřené hodnoty, tlačítko s nápisem *Hotovo* ukončí celé měření a vrátí uživatele do hlavní nabídky.

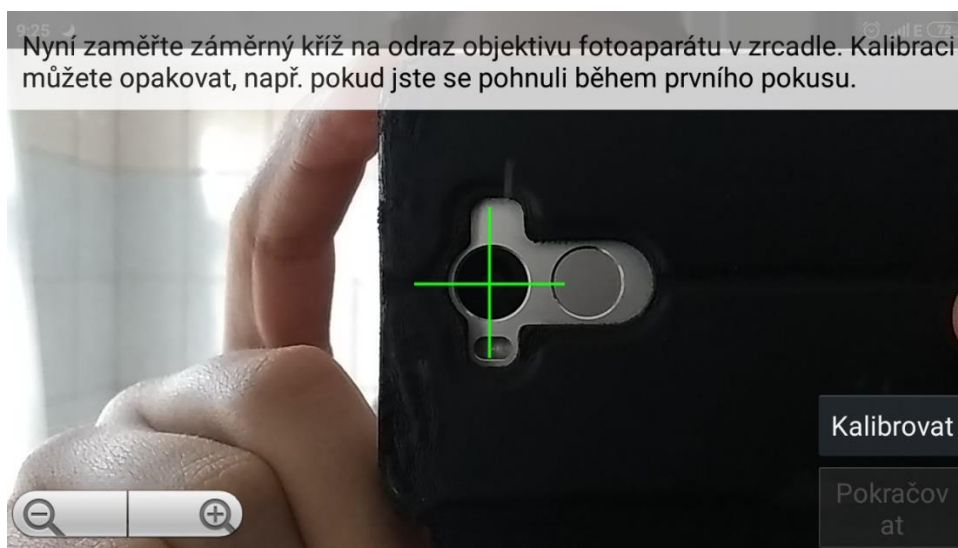
4.1.2 Kalibrace

Aby relaskopování poskytovalo správné hodnoty měření, musí být mobilní telefon správně zkalibrován. Po prvním spuštění aplikace je uživateli doporučeno zařízení kalibrovat hned. Kalibraci je ale možno provést později stisknutím tlačítka *Kalibrace* (Obr. 5).

Samotná kalibrace zařízení se skládá ze dvou částí. Jako první je nutné kalibrovat orientaci fotoaparátu, poté se přechází k určení zorného úhlu fotoaparátu. Celý postup trvá přibližně 10 minut. Ke kalibraci je nutné mít k dispozici vertikálně umístěné zrcadlo, 2 listy papíru formátu A4, lepicí pásku a tiskárnu.

Celou kalibraci provede uživatele asistent, který jasně popisuje jednotlivé kroky a názorně je ukazuje na obrázcích.

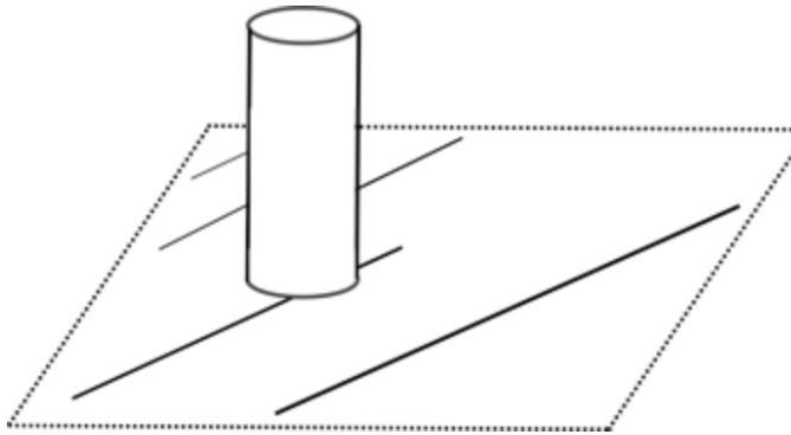
Prvním krokem je určení orientace fotoaparátu (Obr. 8). Uživatel přistoupí k zrcadlu, uchopí telefon na výšku a zaměří záměrný kříž tak, aby se nacházel přesně ve středu odrazu objektivu fotoaparátu v zrcadle. Poté stiskne tlačítko *Kalibrovat*. Následně otočí telefon o 90° proti směru hodinových ručiček a první krok opakuje. Je důležité nezaměnit objektiv fotoaparátu s bleskem. I na tuto možnost je uživatel upozorněn v návodu kalibrace.



Obr. 8 Kalibrace orientace fotoaparátu

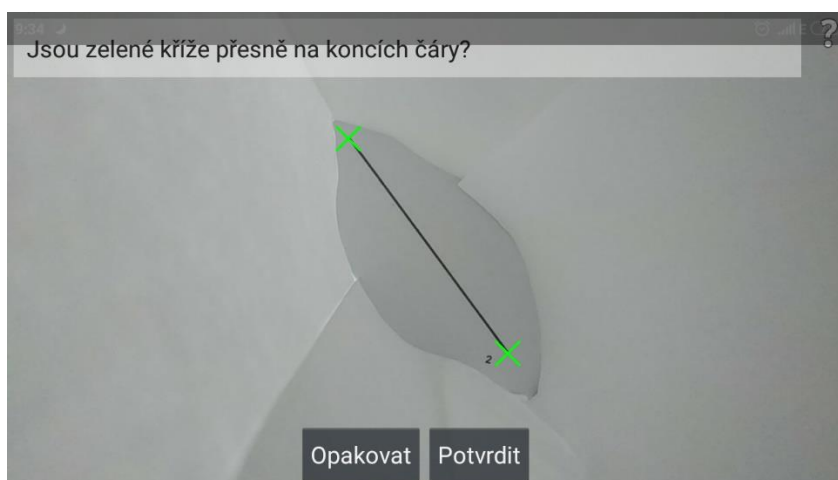
Přichází druhá část kalibrace, tedy určení záměrného úhlu fotoaparátu. Nejprve je potřeba vytisknout z internetových stránek aplikace (www.moti.ch) vzor čar. Při tisku je nutné zaškrtnout možnost „skutečná velikost“. Vytisknutý vzor se položí na bílý povrch v dobře

prosvětlené místnosti. Z čistého listu papíru a pomocí lepicí pásky uživatel vytvoří válec ve formátu na výšku, tedy tak, aby výška tohoto válce odpovídala délce delší strany papíru. Válec se položí na vytištěný vzor tak, aby skrze něj byla vidět některá čára celá (Obr. 9).



Obr. 9 Umístění válce na vytištěný vzor (Zdroj: aplikace MOTI)

Na válec z papíru se umístí telefon displejem nahoru. Uživatel by měl vybrat takovou čáru, která zabírá $\frac{1}{2}$ až $\frac{3}{4}$ obrazovky. Měl by také omezit počet viditelných čar na displeji a vyhnout se stínům. Po stisknutí tlačítka *Kalibrovat* se zobrazí dialogové okno, které se ptá uživatele, jaké číslo čáry si vybral. Následně se aplikace zeptá, zda dva zelené křížky vymezují zvolenou čáru (Obr. 10). V záporném případě uživatel tento krok zopakuje, v kladném případě stiskne tlačítko *Potvrdit* a stejný postup aplikuje pro další tři úrovně zvětšení.



Obr. 10 Kalibrace záměrného úhlu fotoaparátu

Po provedení těchto kroků se uživateli zobrazí okno s korekčními hodnotami kalibrace. Uživatel je nabádán, aby si hodnoty zapsal, protože se mohou při aktualizacích ztratit. Tyto hodnoty je pak možné ručně změnit v nabídce *Kalibrace*. Stisknutím tlačítka *Dokončit kalibraci* je uživatel vrácen do hlavní nabídky.

Pokud si uživatel chce ověřit správnost kalibrace záměrného úhlu, může použít jednoduchou metodu, jejíž podrobný postup najde na internetových stránkách (www.moti.ch) v nabídce Hilfe (Help). K této kontrole je nezbytná kreditní karta standartních rozměrů. Uživatel umístí kreditní kartu ve formátu na výšku na stěnu a spustí funkci pro měření VKZ. Odstupuje od karty do té doby, než se mu kreditní karta jeví přesně jako hraniční strom, tedy její hrany se přesně kryjí s hranami výřezu. Pokud je kalibrace správná, musí se vodorovná vzdálenost mezi kartou a telefonem rovnat následujícím hodnotám, které odpovídají jednotlivým hodnotám násobného faktoru:

- násobný faktor 1 – vodorovná vzdálenost 2,70 m
- násobný faktor 2 – vodorovná vzdálenost 1,91 m
- násobný faktor 4 – vodorovná vzdálenost 1,35 m.

4.2 Specifikace zájmového území

Testování mobilní aplikace MOTI bude probíhat v porostech v okolí nejnižšího českého městečka Vyššího Brodu. Vybrané lesní porosty se nacházejí na pozemcích, které byly již od středověku součástí majetku Cisterciáckého opatství Vyšší Brod a které se po několik desítek let trvajících odluce začaly klášteru navracet v rámci tzv. církevních restitucí po schválení zákona č. 428/2012 Sb. Lesy o rozloze přes 3300 ha spravuje firma Bernardinum s.r.o., založená za tímto účelem v roce 2014. Hlavní dřevinou tohoto majetku je smrk ztepilý, který zaujímá 74 % porostní půdy, dále borovice lesní (10 %), z listnáčů pak buk lesní (7 %) a bříza bělokorá (2 %). Jehličnaté dřeviny zaujímají 88 % plochy, ale na celkové zásobě se podílejí 94 % (Textová část LHP).

Vybrané porostní skupiny se rozprostírají ve dvou přírodních lesních oblastech (PLO). Většina porostních skupin je součástí PLO 13 Šumava, zbytek se nachází v PLO 12 Předhoří Šumavy a Novohradských hor.

4.3 Měření

U každé porostní skupiny bude hodnota VKZ zjištěna nejprve metodou průměrkování naplno a následně pomocí mobilní aplikace.

Málek et al. (2005) uvádí, že zjištění zásoby porostu průměrkováním naplno je při dodržení základních pravidel nejpřesnější metodou. Z toho lze usuzovat, že i určení VKZ touto metodou bude poskytovat nejpřesnější výsledky.

4.3.1 Přípravné práce

Po příchodu do předem vybrané porostní skupiny se měřič nejprve seznámí s celou porostní skupinou a rozhodne, zda je vhodná pro měření. Pokud by byla např. příliš podrostlá nárostem, musí tuto porostní skupinu vyhodnotit jako nevhodnou, protože přítomnost spodní etáže neumožňuje provést správné relaskopování. Jestliže měřič danou porostní skupinu vyhodnotil jako vhodnou, zřetelně vyznačí její hranice, aby nedošlo k opakovanému měření stejného stromu a aby bylo usnadněno vytyčování stanovisek pro relaskopování.

4.3.2 Průměrkování naplno

K průměrkování jednotlivých porostů bude použita elektronická průměrka Mantax Digitech od švédské firmy Haglöf.

Při zjišťování VKZ touto metodou je nutné dodržovat následující základní pravidla, která uvádí Simon et al. (1990):

- tloušťka se zjišťuje ve výčetní výšce (1,3 m od paty stromu) a zaznamenává se pro každou dřevinu zvlášť
- každý změřený strom se viditelně označí křídou, aby nedošlo k opakovanému měření stejného stromu
- měřič postupuje porostem systematicky, ve svažitých terénech po vrstevnici
- ve svahu se měří z horní strany kmene
- souše a stojící zlomy se neprůměrkují

Šmelko (2000) zmiňuje ještě několik dalších pravidel:

- průměrka se přikládá kolmo k vegetační ose kmene a její ramena se přitlačí mírně a pokaždé stejnou silou
- v okamžiku zaznamenávání tloušťky se průměrka musí dotýkat kmene ve třech bodech – rameny a pravítkem
- u dvojáků se měří každý kmen samostatně

Pro vyšší přesnost a eliminaci chyb způsobených možnou excentricitou měřených stromů bude každý strom měřen dvakrát kolmo na sebe. Hodnota VKZ bude vypočítána pomocí tloušťky, která je dána aritmetickým průměrem těchto dvou hodnot.

4.3.3 Relaskopování pomocí MOTI

4.3.3.1 Stanovení vytyčovacího údajů

Před vlastním relaskopováním je potřeba určit hlavní vytyčovací údaje, které uvádí Šmelko (2000):

- záměrnou úsečku
- počet stanovisek a odstupovou vzdálenost.

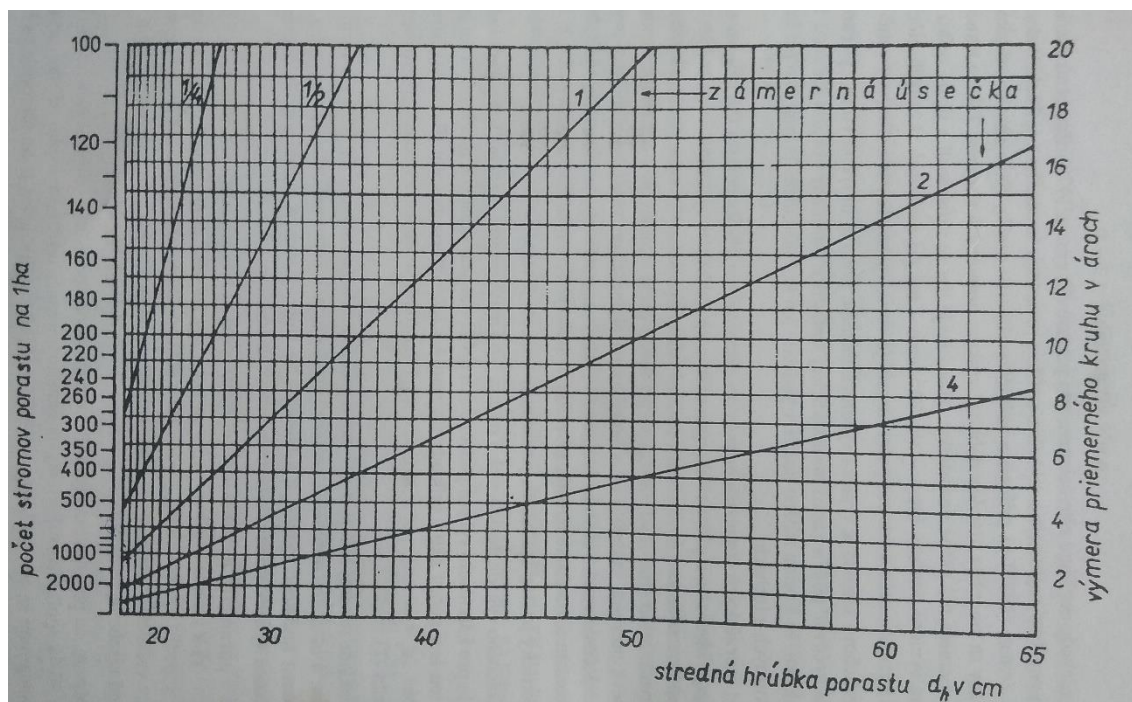
Pro stanovení těchto vytyčovacího údajů bude použit následující postup předodhadu taxačních veličin porostu:

1. V každém porostu bude vytyčeno 5-6 rovnoměrně rozmístěných zkusných ploch o velikosti 20x20 m
2. Na každé ploše budou spočítány všechny stromy, jejichž výčetní tloušťka přesahuje hranici 7 cm
3. Uprostřed zkusné plochy bude změřena výčetní tloušťka 10 nejbližších stromů pro následný odhad střední tloušťky pomocí Weisseho procenta

Z těchto zjištěných údajů budou stanoveny vytyčovací údaje pomocí vzorců, které popisuje Šmelko (2000):

1. Záměrná úsečka

Vypočítá se průměrný počet stromů na zkusnou plochu a pomocí přímé úměry se vypočte počet stromů na hektar $N \cdot ha^{-1}$. Z desetistromové zkusné plochy se Weisseho procentem odhadne střední tloušťka d_s a následně se určí průměrná střední tloušťka pro celý porost. Pomocí těchto dvou údajů se určí optimální záměrná úsečka z nomogramu (Obr. 11), který publikuje Šmelko (1968) in Šmelko (2000).



Obr. 11 Nomogram pro určení záměrné úsečky (Zdroj: Šmelko, 1968 in Šmelko, 2000)

2. Minimální počet stanovišek a odstupová vzdálenost

Pro stanovení tohoto údaje bude použita pomocná veličina X , která je ovlivněna hustotou porostu a jeho tloušťkovou vyspělostí.

$$X = N * ha^{-1} * \left(\frac{d_s}{100}\right)^2 \quad (5.1)$$

Pomocí statistických vzorců vypočítáme pro hodnotu X aritmetický průměr \bar{x} , směrodatnou odchylku s_x a variační koeficient $s_x\%$. Hodnota variačního koeficientu se pak přímo dosadí do vzorce pro výpočet minimálního počtu stanovišek.

$$n = \frac{t_\alpha^2 * s_x\%^2}{\Delta_{\bar{x}}\%^2} \quad (5.2)$$

Kde: $\Delta_{\bar{x}}\%$ je přípustná chyba v %,

t_α je koeficient spolehlivosti, který zaručuje, že skutečná chyba odhadu nepřekročí rámec $\Delta_{\bar{x}}\%$ se zvolenou spolehlivostí 95 % (nespolehlivost $\alpha = 5$ %). Pro odhadovaný počet stanovišek 10, resp. 15 je hodnota $t_{0,05}$ rovna 2,3, resp. 2,1.

Přesnost je stanovena na 15 % při 95 % spolehlivosti.

Odstupová vzdálenost pro systematický rovnoměrný výběr s v metrech se vypočítá dle vzorce, do kterého se dosadí plocha porostu P v hektarech.

$$s = 100 * \sqrt{\frac{P}{n}} \quad (5.3)$$

4.3.3.2 Vlastní relaskopování

K relaskopování pomocí aplikace MOTI bude použit mobilní telefon značky Xioami, model Redmi 4, s operačním systémem Android. Telefon disponuje fotoaparátem s rozlišením 13 MPix.

Při vlastním relaskopování je nutné dodržet základní zásady, které uvádí Simon (1990):

- věnovat maximální pozornost při hodnocení hraničních stromů a stromů nacházejících se v zákrytu
- dodržovat držení pomůcky přesně nad středem stanoviska
- zaujatost kmenů hodnotit ve výšce 1,3 m nad zemí.

Pokud by na některém stanovišti byl počet zaujatých stromů výrazně odlišný od doporučeného rozmezí 15-25 stromů, přizpůsobí se tomu také velikost záměrné úsečky.

4.3.3.3 Kontrola požadované přesnosti

Po vyrelaskopování celého porostu se vypočítají potřebné statistické charakteristiky uskutečněného výběrového měření a posoudí se, jestli byl dobře odhadnut minimální počet stanovisek a jestli bylo dosaženo požadované přesnosti (Šmelko, 2000).

Spočítá se:

- aritmetický průměr počtu zaujatých stromů na stanovišti
- směrodatná odchylka a variační koeficient
- střední chyba průměru udávající rámeček, který skutečná chyba výběrového měření nepřekročí s 68 % pravděpodobností

$$s_{\bar{x}}\% = \frac{s_x}{\sqrt{n}} \quad (5.4)$$

- skutečná chyba, která nesmí překročit maximální přípustnou chybu

$$\text{skutečná chyba} = s_{\bar{x}}\% * 2,3 \text{ (resp. 2,1)} \quad (5.5)$$

V případě, že skutečná chyba překročí maximální přípustnou chybu 15 %, musí se do porostní skupiny rovnoměrně rozmístit další relaskopická stanoviště a tak pokračovat až do té doby, dokud nebude skutečná chyba menší. (Šmelko, 2000)

4.4 Výpočet VKZ

Hodnota VKZ bude zjišťována zvlášť pro obě použité metody.

1. Průměrkování naplno

Jelikož tloušťka každého stromu bude měřena dvakrát kolmo na sebe, vstupním údajem do výpočtů bude vždy aritmetický průměr těchto dvou údajů. Hodnota VKZ bude zjišťována pro každou dřevinu zvlášť, výsledné hodnoty budou posléze sečteny.

VKZ jednoho stromu bude vypočítána dle vzorce pro výpočet obsahu kruhu.

$$g = \frac{1}{4} * \pi * d_g^2 \quad (5.6)$$

Sečtením těchto hodnot všech měřených stromů bude zjištěna velikost VKZ porostní skupiny. Pomocí přímé úměry se přepočítá tato hodnota na hektar.

2. Relaskopování

U každé porostní skupiny se zjistí průměrný počet zaujatých stromů na jedno stanoviště, tato hodnota se vynásobí velikostí záměrné úsečky a tím se získá velikost VKZ na hektar.

4.5 Studentův párový t-test

Tento test se velmi často používá při testování, zda se veličiny měřené na sledovaných objektech liší (Lepš, 2016).

Hodnota VKZ z průměrkování bude brána jako referenční. K ní bude porovnávána hodnota z relaskopování. Následně bude pro ověření správnosti proveden studentův párový t-test, aby bylo zjištěno, jestli je chyba aplikace náhodná nebo jestli aplikace podhodnocuje nebo nadhodnocuje skutečné výsledky.

Párový t-test bude proveden podle následujícího postupu (www.mathstat.econ.muni.cz):

1. Hodnota VKZ získaná reaskopováním bude označena x , hodnota VKZ z průměrkování y . Počet porostních skupin n .
2. Bude vypočten rozdíl hodnot z_i pro každý pár hodnot

$$z_i = y_i - x_i \quad (5.7)$$

3. Následně bude vypočten průměr rozdílů m_z .
4. Bude vypočtena směrodatná odchylka rozdílů s_z .
5. Následně bude vypočtena směrodatná chyba průměru rozdílů SE pomocí vzorce

$$SE_{mz} = \frac{s_z}{\sqrt{n}}. \quad (5.8)$$

6. Bude vypočtena testovací statistika T vzorcem

$$T = \frac{m_z}{SE_{mz}}. \quad (5.9)$$

7. Hodnota T bude porovnána s kritickými hodnotami.

5 VÝSLEDKY

5.1 Základní informace

Výsledky jsou prezentovány pro každou porostní skupinu zvlášť. Nejprve je uveden stručný popis porostní skupiny doplněný o tabulku se základními charakteristikami, které byly převzaty z hospodářské knihy. Platnost této náležitosti lesního hospodářského plánu započala 1. 1. 2017. Proto bylo nutné pro zjištění skutečného věku každé porostní skupiny připočítat 1 rok.

Naměřená data jsou pak pro přehlednost uvedena v dalších tabulkách. U některých porostních skupin byla zjištěna jiná dřevinná skladba, než je uvedena v hospodářské knize. Proto se výčet dřevin z hospodářské knihy a skutečně naměřených může lišit.

Při průměrkování naplno byla zjišťována výčetní tloušťka pro každou dřevinu zvlášť. Při vlastním relaskopování byly pro zjednodušení počítány všechny zaujaté stromy bez rozlišení dřevin. Proto je porovnávána hodnota VKZ na hektar pro všechny dřeviny dohromady.

5.2 Porostní skupiny

104 B 10

Malá porostní skupina, ve které dominuje borovice lesní (Tab. 1), ve volnějším částech porostu roste v podúrovni smrk ztepilý, místy vtroušeně bříza bělokorá. Expozice je jihozápadní, středem porostu vede přibližovací linka.

Tab. 1 Základní údaje o porostní skupině 104B10

Plocha (ha)	Věk	Lesní typ	HS	Zakmenění	Dřevina	Zastoupení (%)	Výčetní tloušťka (cm)
0,59	93	5K6	533	9	BO	97	30
					BR	3	24

Průměrkováním naplno byla zjištěna pro každou dřevinu zvlášť hodnota VKZ a ta byla následně přepočítána na hektar (Tab. 2). V porostní skupině se vyskytuje i několik jedinců smrku ztepilého, který hospodářská kniha vůbec nezmiňuje.

Tab. 2 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 104B10

VKZ zjištěná z průměrkování		
Dřevina	m ²	m ² /ha
BO	31,9	54,0
SM	0,6	0,9
BR	1,4	2,5
Celkem	33,9	57,4

V porostní skupině byly odhadnuty základní taxační veličiny, jako je počet stromů na hektar, průměrná tloušťka, směrodatná odchylka a variační koeficient (Tab. 3). Na základě těchto údajů byla z nomogramu (Šmelko, 1968 in Šmelko, 2000) určena velikost záměrné úsečky. Pomocí variačního koeficientu a předem stanovené přesnosti byl určen minimální počet stanovisek.

Tab. 3 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 104B10

Předodhad taxačních veličin a stanovení vytyčovacích údajů	
Počet stromů na hektar	571
Průměrná tloušťka (mm)	340
Směrodatná odchylka	5,0
Variační koeficient (%)	7,7
Minimální počet stanovisek	1
Odstupová vzdálenost (m)	44
Záměrná úsečka	3

Aby bylo možné zkontrolovat dosaženou přesnost, byl minimální počet stanovisek navýšen (Tab. 4). Pomocí tohoto počtu byla též vypočítána odstupová vzdálenost. Výsledky vlastního relaskopování popisuje tabulka Tab. 4.

Tab. 4 Výsledky relaskopování v porostní skupině 104B10

Relaskopování	
Skutečný počet stanovisek	3
Průměrný počet zaujatých stromů	18
VKZ (m ² /ha)	54

Po dokončení relaskopování byla ihned vypočítána dosažená přesnost. Z tabulky Tab. 5. je možné vyčíst, že skutečná chyba je menší než předem stanovená přesnost 15 %.

Tab. 5 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 104B10

Kontrola přesnosti	
Průměrný počet zaujatých stromů	18
Směrodatná odchylka	1,5
Variační koeficient (%)	8,3
Sřední chyba průměru (%)	4,8
Skutečná chyba (%)	11,1

105 D 10

Porostní skupina, která je rozdělena do dvou částí. První část se nachází na plošině, základní dřevinou je zde borovice lesní, ale místy jsou vytvořeny skupiny smrku ztepilého. Porostní skupinu protíná několik přibližovacích linek. Druhá část porostní skupiny se nachází v mírném jižním svahu, který se svažuje k řece Vltavě. Zde opět dominuje borovice lesní, v jihovýchodní části porostu ji nahrazuje dub letní. Vtroušeně se po porostní skupině vyskytuje i modřín opadavý, který roste v nadúrovni. V prosvětlenějších částech lze v létě pozorovat silné zabuřnění.

Tab. 6 Základní údaje o porostní skupině 105D10

Plocha (ha)	Věk	Lesní typ	HS	Zakmenění	Dřevina	Zastoupení (%)	Výčetní tloušťka (cm)
1,26	99	5K7	533	9	BO	75	35
					SM	20	34
					DB	5	34

Pomocí registrační průměrky byla zjištěna hodnota VKZ pro každou zastoupenou dřevinu. Výsledné hodnoty udává tabulka Tab. 7.

Tab. 7 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 105D10

VKZ zjištěná z průměrkování		
Dřevina	m ²	m ² /ha
BO	36,3	28,8
SM	14,5	11,4
DB	4,1	3,3
Celkem	54,9	43,5

V porostní skupině byly pomocí zkusných ploch odhadnuty základní taxační veličiny, které následně posloužily ke stanovení vytyčovacích údajů (Tab. 8). Variabilita porostní skupiny byla poměrně vysoká, tomu odpovídá i vyšší počet relaskopických stanovisek.

Tab. 8 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacíh údajů v porostní skupině 105D10

Předodhad taxačních veličin a stanovení vytyčovacíh údajů	
Počet stromů na hektar	605
Průměrná tloušťka (mm)	361
Směrodatná odchylka	12,5
Variační koeficient (%)	15,8
Minimální počet stanovisek	6
Odstupová vzdálenost (m)	46
Záměrná úsečka	3

Výsledky relaskopování popisuje tabulka Tab. 9.

Tab. 9 Výsledky relaskopování v porostní skupině 105D10

Relaskopování	
Skutečný počet stanovisek	6
Průměrný počet zaujatých stromů	22,8
VKZ (m ² /ha)	68,5

Po provedení vlastního relaskopování byla pomocí vzorců vypočítána skutečná chyba, která nepřesáhla předem stanovenou hranici 15 % (Tab. 10).

Tab. 10 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 105D10

Kontrola přesnosti	
Průměrný počet zaujatých stromů	22,8
Směrodatná odchylka	2,0
Variační koeficient (%)	8,9
Střední chyba průměru (%)	3,6
Skutečná chyba (%)	8,4

105 E 11

Porostní skupina se nachází na zvlněné plošině, hlavní dřevinou je zde borovice lesní, kterou doplňuje smrk ztepilý a bříza bělokorá. V západní části porostu vytváří smrk ztepilý vlastní etáž. Ta nebyla měřena průměrkováním. Svou nepřehledností však značně ztížila relaskopování. Porost protíná několik již nepoužívaných přibližovacích linek.

Tab. 11 Základní údaje o porostní skupině 105E11

Plocha (ha)	Věk	Lesní typ	HS	Zakmenění	Dřevina	Zastoupení (%)	Výčetní tloušťka (cm)
1,46	109	5K7	533	9	BO	85	32
					SM	15	32

Porostní skupina byla vyprůměrkována naplno s rozlišováním dřevin. Dřevinná skladba je bohatší, než je zmíněno v hospodářské knize. V porostní skupině je v malé míře zastoupena i bříza bělokorá (Tab. 12).

Tab. 12 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 105E11

VKZ zjištěná z průměrkování		
Dřevina	m ²	m ² /ha
BO	63,1	43,2
SM	11,1	7,6
BR	0,6	0,4
Celkem	74,8	51,2

Byly odhadnuty základní taxační veličiny ke stanovení vytyčovacíh údajů, kterými jsou velikost záměrné úsečky, minimální počet stanovisek a odstupová vzdálenost (Tab. 13).

Tab. 13 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 105E11

Předodhad taxačních veličin a stanovení vytyčovacích údajů	
Počet stromů na hektar	415
Průměrná tloušťka (mm)	398
Směrodatná odchylka	11,1
Variační koeficient (%)	17,2
Minimální počet stanovisek	7
Odstupová vzdálenost (m)	46
Záměrná úsečka	3

Mobilní aplikací byla porostní skupina vyrelaskopována. Výsledky relaskopování popisuje tabulka Tab. 14.

Tab. 14 Výsledky relaskopování v porostní skupině 105E11

Relaskopování	
Skutečný počet stanovisek	7
Průměrný počet zaujatých stromů	15,2
VKZ (m ² /ha)	45,6

Bezprostředně po samotném relaskopování byla zkontrolována přesnost. Ta nepřesáhla předem stanovenou hranici 15 % (Tab. 15).

Tab. 15 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 105E11

Kontrola přesnosti	
Průměrný počet zaujatých stromů	15,2
Směrodatná odchylka	1,9
Variační koeficient (%)	12,7
Střední chyba průměru (%)	4,8
Skutečná chyba (%)	11,0

108 C 9

Porostní skupina, kterou je možné považovat za monokulturu borovice lesní. Vtroušeně se zde vyskytuje i smrk ztepilý, který roste spíše v podúrovni. Modřín opadavý, který má dle hospodářské knihy zastoupení 5 %, nebyl nalezen. Porost se nachází v prudkém kamenitém svahu jihozápadní až západní expozice.

Tab. 16 Základní údaje o porostní skupině 108C9

Plocha (ha)	Věk	Lesní typ	HS	Zakmenění	Dřevina	Zastoupení (%)	Výčetní tloušťka (cm)
2,25	83	5K6	533	8	BO	95	27
					MD	5	28

Elektronickou průměrkou byla zjištěna výčetní tloušťka každého stromu a následně byla vypočítána hodnota VKZ nejprve pro celou porostní skupinu a následně na jeden hektar (Tab. 17).

Tab. 17 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 108C9

VKZ zjištěná z průměrkování		
Dřevina	m ²	m ² /ha
BO	92,3	41,0
MD	3,6	1,6
Celkem	95,9	42,6

Pomocí údajů zjištěných na zkušných plochách byl stanoven minimální počet stanovisek a záměrná úsečka (Tab. 18).

Tab. 18 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacíh údajů v porostní skupině 108C9

Předodhad taxačních veličin a stanovení vytyčovacíh údajů	
Počet stromů na hektar	695
Průměrná tloušťka (mm)	304
Směrodatná odchylka	6,0
Variační koeficient (%)	9,4
Minimální počet stanovisek	2
Odstupová vzdálenost (m)	75
Záměrná úsečka	3

Aby bylo možné lépe ověřit přesnost relaskopování, byl minimální počet stanovisek navýšen (Tab. 19). Pomocí tohoto údaje byla stanovena odstupová vzdálenost.

Tab. 19 Výsledky relaskopování v porostní skupině 108C9

Relaskopování	
Skutečný počet stanovisek	4
Průměrný počet zaujatých stromů	19,3
VKZ (m ² /ha)	57,8

Po vyrelaskopování porostu byla vypočítána skutečná chyba a byla porovnána s požadovanou přesností. Skutečná chyba byla menší než hranice 15 % (Tab. 20).

Tab. 20 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 108C9

Kontrola přesnosti	
Průměrný počet zaujatých stromů	19,3
Směrodatná odchylka	1,2
Variační koeficient (%)	6,2
Střední chyba průměru (%)	3,1
Skutečná chyba (%)	7,1

108 D 11

Porostní skupina, ve které má největší zastoupení borovice lesní, má mírnou jihozápadní expozici. Další významnou dřevinou je zde smrk ztepilý, který místy vytváří skupiny, kde dominuje. V jižní části porostní skupiny se nachází mělká podmáčená rokle, ve které se častěji vyskytuje i jedle bělokorá. Porostem podélně prochází přibližovací linka. Struktura porostu je viditelně značně nerovnoměrná, místy se vyskytují i menší mezery.

Tab. 21 Základní údaje o porostní skupině 108D11

Plocha (ha)	Věk	Lesní typ	HS	Zakmenění	Dřevina	Zastoupení (%)	Výčetní tloušťka (cm)
1,23	102	5K1	533	8	BO	50	30
					SM	35	30
					JD	15	29

Na začátku měření byla zjišťována hodnota VKZ metodou průměrkování naplno. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce Tab. 22.

Tab. 22 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 108D11

VKZ zjištěná z průměrkování		
Dřevina	m ²	m ² /ha
BO	22,3	18,1
SM	26,1	21,2
JD	4,0	3,3
Celkem	52,4	42,6

Před relaskopováním bylo nutné stanovit základní vytyčovací údaje. Ty jsou shrnuty v tabulce Tab. 23.

Tab. 23 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 108D11

Předodhad taxačních veličin a stanovení vytyčovacích údajů	
Počet stromů na hektar	400
Průměrná tloušťka (mm)	405
Směrodatná odchylka	4,2
Variační koeficient (%)	6,5
Minimální počet stanovisek	1
Odstupová vzdálenost (m)	64
Záměrná úsečka	3

Jelikož byla hodnota variačního koeficientu nízká, a tudíž byl nízký i minimální počet stanovisek, byl skutečný počet větší než počet minimální (Tab. 24).

Tab. 24 Výsledky relaskopování v porostní skupině 108D11

Relaskopování	
Skutečný počet stanovisek	3
Průměrný počet zaujatých stromů	21,7
VKZ (m ² /ha)	65,0

Bezprostředně po vyrelaskopování porostní skupiny byla vypočítána i dosažená přesnost (Tab. 25).

Tab. 25 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 108D11

Kontrola přesnosti	
Průměrný počet zaujatých stromů	21,7
Směrodatná odchylka	2,0
Variační koeficient (%)	9,3
Sřední chyba průměru (%)	5,4
Skutečná chyba (%)	12,4

110 D 12

Porostní skupinu tvoří monokultura smrku ztepilého s několika vtroušenými jedinci dubu letního. Porost se nachází v mírném jižním svahu, který se dále dostává až k řece Vltavě. Uprostřed porostu stojí oplocenka, ve které dobře odrůstá jedle bělokorá. Tato mlazina však vytváří samostatnou porostní skupinu.

Tab. 26 Základní údaje o porostní skupině 110D12

Plocha (ha)	Věk	Lesní typ	HS	Zakmenění	Dřevina	Zastoupení (%)	Výčetní tloušťka (cm)
0,97	120	5K7	531	9	SM	100	37

V porostní skupině byla pomocí elektronické průměrky zjištěna hodnota VKZ pro každou dřevinu zvlášť. Výsledné hodnoty popisuje tabulka Tab. 27. Téměř čistou monokulturu

smrku ztepilého doplňuje několik jedinců dubu letního, o němž není zmínka v hospodářské knize.

Tab. 27 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 110D12

VKZ zjištěná z průměrkování		
Dřevina	m ²	m ² /ha
SM	51,7	53,3
DB	0,9	0,9
Celkem	52,6	54,2

V porostní skupině byly pomocí zkusných ploch odhadnuty základní taxační veličiny, které následně posloužily ke stanovení vytyčovacíh údajů (Tab. 28).

Tab. 28 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacíh údajů v porostní skupině 110D12

Předodhad taxačních veličin a stanovení vytyčovacíh údajů	
Počet stromů na hektar	425
Průměrná tloušťka (mm)	412
Směrodatná odchylka	9,7
Variační koeficient (%)	13,6
Minimální počet stanovisek	4
Odstupová vzdálenost (m)	49
Záměrná úsečka	3

V porostní skupině byla vytyčena 4 stanoviska. Po vyrelaskopování byl proveden výpočet dosažené přesnosti. Skutečná chyba překročila hodnotu 15 % a proto byla v porostní skupině rozmístěny další 3 stanoviska. Konečné výsledky relaskopování udává tabulka Tab. 29.

Tab. 29 Výsledky relaskopování v porostní skupině 110D12

Relaskopování	
Skutečný počet stanovisek	7
Průměrný počet zaujatých stromů	19,1
VKZ (m ² /ha)	57,2

Po doplněném vyrelaskopování porostní skupiny byla vypočtena dosažená přesnost, která už nepřekročila danou mez (Tab. 30). Nutnost rozmístit v porostní skupině další stanoviště vyplývá pravděpodobně ze špatně odhadnuté variability porostní skupiny.

Tab. 30 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 110D12

Kontrola přesnosti	
Průměrný počet zaujatých stromů	19,1
Směrodatná odchylka	3,1
Variační koeficient (%)	16,1
Sřední chyba průměru (%)	6,1
Skutečná chyba (%)	14,0

122 B 10

Porostní skupina, která zaujímá rozlohu přes 3 hektary, se nachází z největší části v mírném severovýchodním svahu. Hlavní dřevinou je zde smrk ztepilý, který doplňuje borovice lesní a dub letní. Struktura porostu je poměrně rovnoměrná. Uprostřed se nachází malá porostní skupina s kulturou smrku ztepilého. Porostem prochází několik přibližovacích linek a turisticky značená stezka.

Tab. 31 Základní údaje o porostní skupině 122B10

Plocha (ha)	Věk	Lesní typ	HS	Zakmenění	Dřevina	Zastoupení (%)	Výčetní tloušťka (cm)
3,05	93	6K1	531	10	SM	90	35
					BO	10	35

Porostní skupina byla vyprůměrkována naplno a byly vypočteny hodnoty VKZ pro všechny dřeviny (Tab. 32). Hospodářská kniha nezmiňuje zastoupení dubu letního, který se v této rozlehlé porostní skupině vtroušeně vyskytuje.

Tab. 32 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 122B10

VKZ zjištěná z průměrkování		
Dřevina	m ²	m ² /ha
SM	140,5	46,1
BO	20,7	6,8
DBZ	2,6	0,8
Celkem	163,8	53,7

Pomocí zkusných ploch byly vypočítány statistické údaje potřebné ke stanovení základních vytyčovacích údajů (Tab. 33). Variabilita porostní skupiny byla poměrně vysoká, tomu odpovídá i vyšší počet stanovisek.

Tab. 33 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 122B10

Předodhad taxačních veličin a stanovení vytyčovacích údajů	
Počet stromů na hektar	470
Průměrná tloušťka (mm)	361
Směrodatná odchylka	11,1
Variační koeficient (%)	18,1
Minimální počet stanovisek	8
Odstupová vzdálenost (m)	62
Záměrná úsečka	3

Údaje získané z relaskopování udává tabulka Tab. 34.

Tab. 34 Výsledky relaskopování v porostní skupině 122B10

Relaskopování	
Skutečný počet stanovisek	8
Průměrný počet zaujatých stromů	20,7
VKZ (m ² /ha)	62,1

Po provedení relaskopování byla vypočtena dosažená přesnost (Tab. 35).

Tab. 35 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 122B10

Kontrola přesnosti	
Průměrný počet zaujatých stromů	20,7
Směrodatná odchylka	1,5
Variační koeficient (%)	7,4
Sřední chyba průměru (%)	2,6
Skutečná chyba (%)	6,0

124 B 9a

Porostní skupina je rozdělena na dvě části. Menší část je tvořena pouze smrkem ztepilým, v severozápadní části větší části porostu je přítomna i příměs dubu letního. Obě části mají mírnou severozápadní expozici. Po celé části porostu jsou pravidelně rozmístěny přibližovací linky. Místy se vyskytuje přirozené zmlazení ve stádiu náletu, místy je též přítomna buřeň.

Tab. 36 Základní údaje o porostní skupině 124B9a

Plocha (ha)	Věk	Lesní typ	HS	Zakmenění	Dřevina	Zastoupení (%)	Výčetní tloušťka (cm)
1,83	83	6V4	571	9	SM	98	31
					DB	2	34

Porostní skupina byla vyprůměrkována naplno, výsledné hodnoty udává tabulka Tab. 37.

Tab. 37 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 124B9a

VKZ zjištěná z průměrkování		
Dřevina	m ²	m ² /ha
SM	82,8	45,2
DBZ	1,6	0,9
Celkem	84,4	46,1

Před vlastním relaskopováním bylo potřeba stanovit vytyčovací údaje. Jejich hodnoty popisuje tabulka Tab. 38.

Tab. 38 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 124B9a

Předodhad taxačních veličin a stanovení vytyčovacích údajů	
Počet stromů na hektar	429
Průměrná tloušťka (mm)	422
Směrodatná odchylka	10,2
Variační koeficient (%)	13,5
Minimální počet stanovisek	4
Odstupová vzdálenost (m)	68
Záměrná úsečka	3

Výsledky jsou zobrazeny v tabulce Tab. 39.

Tab. 39 Výsledky relaskopování v porostní skupině 124B9a

Relaskopování	
Skutečný počet stanovisek	4
Průměrný počet zaujatých stromů	21,0
VKZ (m ² /ha)	63,0

Po vyrelaskopování porostní skupiny byla ihned vypočtena dosažená přesnost, která byla v této porostní skupině poměrně vysoká (Tab. 40).

Tab. 40 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 124B9a

Kontrola přesnosti	
Průměrný počet zaujatých stromů	21,0
Směrodatná odchylka	0,7
Variační koeficient (%)	3,4
Střední chyba průměru (%)	1,7
Skutečná chyba (%)	3,9

202 F 11

Porostní skupina se nachází v horní části prudkého kamenitého svahu západní až jihozápadní expozice. Tato orientace spolu s vlivem převládajících západních větrů patrně způsobila silnou excentricitu kmenů. Převládající dřevinou je zde smrk ztepilý, který doplňuje borovice lesní. Vtroušeně se vyskytuje i buk lesní. Bříza bělokorá, která je zmíněna v hospodářské knize, nebyla nalezena. V porostu se nachází velké množství umírajících podúrovňových stromů smrku ztepilého, které nebyly odstraněny výchovou. To je pravděpodobně způsobeno velkým sklonem terénu a přítomností balvanů, tudíž špatnou dostupností.

Tab. 41 Základní údaje o porostní skupině 202F11

Plocha (ha)	Věk	Lesní typ	HS	Zakmenění	Dřevina	Zastoupení (%)	Výčetní tloušťka (cm)
0,73	108	6N4	511	9	SM	90	33
					BO	5	33
					BR	5	30

Registrační průměrkou byla zjištěna hodnota VKZ pro každou zastoupenou dřevinu zvlášť. Výsledné hodnoty udává tabulka Tab. 42.

Tab. 42 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 202F11

VKZ zjištěná z průměrkování		
Dřevina	m ²	m ² /ha
SM	31,7	43,4
BO	4,7	6,4
BK	1,1	1,5
Celkem	37,5	51,3

Před vlastním relaskopováním bylo nutné stanovit vytyčovací údaje (Tab. 43).

Tab. 43 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 202F11

Předodhad taxačních veličin a stanovení vytyčovacích údajů	
Počet stromů na hektar	800
Průměrná tloušťka (mm)	289
Směrodatná odchylka	11,7
Variační koeficient (%)	17,4
Minimální počet stanovisek	7
Odstupová vzdálenost (m)	32
Záměrná úsečka	3

Výsledky relaskopování jsou uvedeny v tabulce Tab. 44.

Tab. 44 Výsledky relaskopování v porostní skupině 202F11

Relaskopování	
Skutečný počet stanovisek	7
Průměrný počet zaujatých stromů	19,6
VKZ (m ² /ha)	58,7

Po dokončení relaskopování byla vypočtena dosažená přesnost (Tab. 45).

Tab. 45 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 202F11

Kontrola přesnosti	
Průměrný počet zaujatých stromů	19,6
Směrodatná odchylka	2,9
Variační koeficient (%)	14,7
Střední chyba průměru (%)	5,6
Skutečná chyba (%)	12,8

213 A 11b

Porostní skupina se nachází na plošině. Porost je tvořen čistou monokulturou smrku ztepilého. Struktura porostu je poměrně nerovnoměrná. Uprostřed porostu se nachází malá skupina smrku ztepilého, která zde tvoří vlastní etáž.

Tab. 46 Základní údaje o porostní skupině 213A11b

Plocha (ha)	Věk	Lesní typ	HS	Zakmenění	Dřevina	Zastoupení (%)	Výčetní tloušťka (cm)
0,65	111	6I1	531	8	SM	100	37

Průměrkováním naplno byla zjištěna hodnota VKZ pro smrk ztepilý, která je rovna celkové hodnotě, jelikož porostní skupina je tvořena čistou monokulturou smrku ztepilého.

Tab. 47 Hodnoty VKZ vypočítané z průměrkování naplno v porostní skupině 213A11b

VKZ zjištěná z průměrkování		
Dřevina	m ²	m ² /ha
SM	42,0	64,6
Celkem	42,0	64,6

Předodhadem taxačních veličin byly stanoveny vytyčovací údaje (Tab.48).

Tab. 48 Předodhad veličin a stanovení vytyčovacích údajů v porostní skupině 2013A11b

Předodhad taxačních veličin a stanovení vytyčovacích údajů	
Počet stromů na hektar	620
Průměrná tloušťka (mm)	451
Směrodatná odchylka	16,1
Variační koeficient (%)	13,0
Minimální počet stanovisek	4
Odstupová vzdálenost (m)	40
Záměrná úsečka	4

Po dokončení relaskopování a vypočtení dosažené přesnosti bylo nutné v porostní skupině vytyčit další stanoviska, protože skutečná chyba byla větší než předem určená přesnost. Konečné výsledky relaskopování jsou uvedeny v tabulce Tab. 49.

Tab. 49 Výsledky relaskopování v porostní skupině 213A11b

Relaskopování	
Skutečný počet stanovisek	7
Průměrný počet zaujatých stromů	17,1
VKZ (m ² /ha)	68,3

Po opětovném přepočítání dosažené přesnosti již skutečná chyba dosahuje uspokojivých výsledků (Tab. 50).

Tab. 50 Kontrola stanovené přesnosti v porostní skupině 213A11b

Kontrola přesnosti	
Průměrný počet zaujatých stromů	17,1
Směrodatná odchylka	2,7
Variační koeficient (%)	16,0
Střední chyba průměru (%)	6,0
Skutečná chyba (%)	13,9

5.3 Studentův párový t-test

Byla stanovena nulová hypotéza H_0 , že rozdíl středních hodnot získaných relaskopováním a průměrkováním je nulový.

$$H_0: X_{\text{rel}} - Y_{\text{pr}} = 0$$

Byl vypočten rozdíl mezi hodnotou VKZ získanou relaskopováním a průměrkováním naplno a následně i procentuální odchylka od referenční hodnoty VKZ získané průměrkováním naplno (Tab. 51).

Tab. 51 Výpočet rozdílu hodnot VKZ

Porostní skupina	VKZ získaná relaskopováním (x) (m ² /ha)	VKZ získaná průměrkováním (y) (m ² /ha)	Rozdíl (x-y) (m ² /ha)	Odchylka v %
104 B 10	54,0	57,4	-3,4	-6,0
105 D 10	68,5	43,5	25,0	57,3
105 E 11	45,6	51,2	-5,6	-10,9
108 C 9	57,8	42,6	15,1	35,4
108 D 11	65,0	42,6	22,4	52,5
110 D 12	57,2	54,2	3,0	5,6
122 B 10	62,1	53,7	8,4	15,6
124 B 9a	63,0	46,1	16,9	36,5
202 F 11	58,7	51,3	7,4	14,4
213 A 11b	68,3	64,6	3,7	5,8

Z těchto hodnot byl stanoven aritmetický průměr rozdílů m_z .

$$m_z = 9,275$$

Statistickými vzorci byla vypočtena směrodatná odchylka rozdílů s_z .

$$s_z = 10,358$$

Následně byla vypočtena směrodatná chyba průměru rozdílů SE_{mz} .

$$SE_{mz} = 3,276$$

Byla vypočtena testovací statistika T .

$$T = 2,832$$

Hodnota T byla srovnána s kritickými hodnotami Studentova t rozdělení. Kritická hodnota pro $n-1=9$ a $\alpha=0,05$ (95 % spolehlivost) je 2,262. Testovací statistika T je větší než kritická hodnota, proto se hypotéza H_0 zamítá. To znamená, že rozdíl středních hodnot obou měření není stejný. Jelikož je hodnota průměru rozdílů kladná, podává relaskopická metoda nadhodnocené výsledky.

6 DISKUZE

Jelikož je aplikace MOTI několik let starou novinkou, příspěvků o jejím testování existuje velmi málo. Nicméně Rosset et al. (2015) popisuje testování, které proběhlo v rámci projektu, jež se zabýval výzkumem a vývojem aplikace MOTI. Aplikace byla porovnávána se zrcadlovým relaskopem ve čtyřech různých typech porostů – v listnatém lese, v jehličnatém lese, v tyčovině a kmenovině. Celkem bylo provedeno 96 měření VKZ nejprve pomocí zrcadlového relaskopu, následně pomocí aplikace. U rozdílných výsledků byly problematické stromy přeměřeny a určen zdroj chyb. Studie dokazuje, že pro určení VKZ aplikace poskytuje lepší výsledky měření než zrcadlový relaskop. Byla provedena i měření výšek stromů pomocí aplikace a výškoměru Vertex. Zde už aplikace neposkytuje lepší výsledky, nicméně není od nich příliš vzdálená. V 75 % případů byla odchylka výšek menší než 6 %.

Aplikace MOTI byla využita pro zjištění VKZ např. v bakalářské práci (Lusti, 2017), která se zabývá vlivem jelení zvěře na zmlazení lesa. Z tématu práce je patrné, že tato pomůcka může mít široké uplatnění v celém odvětví lesnictví. Na internetových stránkách zmiňujících se o této novince je možné se dočíst, že aplikace MOTI je podobná jako švýcarský armádní nůž – vždy připravena k použití, jednoduchá na obsluhu a vysoce efektivní (www.waldwissen.net).

V rámci diskuze si lze položit otázku, proč aplikace systematicky nadhodnocuje a proč je v několika případech odchylka oproti průměrkování tak vysoká, jak je možné vyčíst z výsledků této bakalářské práce. Možností může být několik. Jednou z nich by mohla být domněnka, že správnost měření je ovlivněna svažitostí terénu. Část porostních skupin, které byly v rámci této práce zkoumány, se totiž nachází ve svažitém až velmi svažitém terénu. Aplikace sice automaticky upravuje šířku výseče podle sklonu terénu (Brand, 2012), nebyla však ještě v těchto podmínkách testována, jak uvádí Rosset et al. (2015). Další možnou variantou, kterou lze vyvodit z této práce, může být předpoklad, že správnost měření aplikace souvisí s podílem zastoupení hlavní dřeviny. Nejmenší odchylku vykazují porostní skupiny se 100 % zastoupením smrku ztepilého (110D12, 213A11b), dále pak porostní skupina s 97 % zastoupením borovice lesní (104B10). Naopak největší odchylku od referenčního měření lze pozorovat u porostní skupiny, kde hlavní dřevina je zastoupena pouze 50 %. Je možné usuzovat, že více než druhové složení má na správnost výsledků vliv tloušťková struktura porostu, která však s druhovým složením může souviset. Jak píše Simon et al. (2014), chyba z nehomogenity porostů

vzniká zejména ve starších porostech se sníženým zakmeněním a silnou tloušťkovou diferenciací. Jelikož je tato práce zaměřena na starší porosty, je možné se domnívat, že na správnost výsledků může mít vliv i tloušťková diferenciacie. K potvrzení těchto domněnek by však bylo potřeba provést rozsáhlejší studii, která by mohla být cílem navazující diplomové práce.

Jako každá dendrometrická pomůcka má i aplikace MOTI své klady a zápory. Obrovskou výhodou použití této pomůcky je její mobilita. Díky tomu, že dnes téměř každý lesník vlastní chytrý telefon a nosí ho v kapse, má aplikaci stále k dispozici. Na druhou stranu je zapotřebí vidět tuto možnost trochu kriticky, jelikož i mobilní telefon má své omezené možnosti použití oproti klasickým pomůckám. Jedná se zejména o nutnost mít mobilní telefon v dostatečném stavu nabití baterie. Dále se omezení týká riskantního použití v náročných klimatických podmínkách. Další velikou výhodou aplikace je její snadná a beznákladová dostupnost. Aplikaci je možné si po připojení k internetu stáhnout zcela zdarma a to do mobilních zařízení s operačním systémem Android i IOS. Oproti použití některých jiných relaskopických pomůcek, např. optického klínku, usnadňuje aplikace měření ve sklonitých terénech. Jak bylo popsáno výše, aplikace automaticky upravuje šířku výseče dle sklonu terénu (Brand, 2012). Dotyková obrazovka zajišťuje intuitivní používání (Brand, 2012). Aplikace je koncipována tak, že se v ní uživatel dobře orientuje a není zaplaven nadbytečným množstvím tlačítek. Při připojení k internetu se měřená data automaticky synchronizují se serverem, kde je možné si je dodatečně stáhnout (Rosset et al., 2015). Je nutné zdůraznit, že k samotnému fungování aplikace není připojení k internetu nutné. Dodatečnou podporou pro uživatele je tlačítko pro automatickou sumarizaci stejně jako funkce pro posouzení hraničních stromů. Ta funguje na principu čtyř úrovní zvětšení, kdy v případě pochybností lze daný kmen přiblížit a lépe posoudit jeho zaujatost či nezaujatost (Brand, 2012). Aby uživatel neztratil přehled o měřených dřevinách, aplikace umožňuje sumarizovat údaje pro jednotlivé dřeviny zvlášť (Rosset et al., 2015). Nemalou výhodou je i možnost výběru záměrné úsečky. Tím se možnost využití neomezuje pouze do jednoho vývojového stadia porostu. Různé hodnoty záměrné úsečky umožňují zjišťovat údaje jak v dospívajících, tak i mýtních porostech. Rosset et al. (2015) dále vyzdvihuje výhody, které jsou v podstatě spjaté s výhodami mobilních telefonů. Zmiňuje relativně dobrou jasnost pohledu přes obrazovku, zjednodušené měření díky intuitivnímu používání a dále okamžité vyhodnocení zjišťovaných veličin. Samotná aplikace však není bezchybná, její použití přináší i několik nevýhod. Jednou z nich je

problémové zaznamenávání hraničních stromů. Aplikace totiž umožňuje sumarizovat pouze zaujaté stromy. Hraniční stromy, které přispívají k VKZ poloviční hodnotou, nelze nikam zaznamenat, jejich počet si uživatel musí buď pamatovat, nebo zaznamenat zvlášť. Částečným řešením tohoto problému je již výše zmíněná funkce přibližování, která usnadňuje posuzování hraničních stromů. Přesto se ale uživatel někdy může ocitnout v situaci, kdy strom i přes všechna vylepšení aplikace hodnotí jako hraniční. V takovém případě by tlačítko pro zaznamenávání hraničních stromů bylo namístě. Vzhledem k tomu, že aplikace byla vyvinuta ve Švýcarsku, při výpočtu zásoby počítá s hodnotami výšek švýcarských modelů. Využití této funkce je tedy v podmínkách České republiky nevhodné, neboť neposkytuje správné výsledky. Některá další negativa zmiňuje i Wendeling (2014) in Rosset et al. (2015). Popisuje např. špatnou čitelnost při přímém slunečním záření, náročné zacílení na strom, pokud se vyskytuje podrost, obtížné měření výšek, pokud není vidět pata stromu. Rosset et al. (2015) mu ale oponuje a uvádí, že např. čitelnost při slunečním záření je silně závislá na modelu chytrého telefonu a že nové modely tento problém odstraňují.

7 ZÁVĚR

V době nezastavitelného pokroku a vývoje lze očekávat zvýšený zájem o mobilní aplikace, které mnohdy plnohodnotně nahrazují různé pomůcky a přístroje. Výhodou mobilních aplikací je jejich dostupnost a mobilita. Jednou z nich je právě zkoumaná aplikace MOTI, která si klade za cíl usnadnit a zjednodušit práci lesníka při zjišťování různých dendrometrických veličin. V rámci této práce bylo zkoumáno využití pro zjištění výčetní kruhové základny. V deseti vybraných porostních skupinách byla určena výčetní kruhová základna nejprve průměrkováním naplno a následně pomocí aplikace. V polovině případů aplikace podala uspokojivé výsledky, kdy odchylka hodnot oproti referenčním hodnotám z průměrkování naplno nepřesáhla 15 %. V druhé polovině případů byla tato odchylka často i výrazně vyšší. Statisticky bylo dokázáno, že výsledky dosažené relaskopováním pomocí aplikace MOTI byly systematicky nadhodnoceny. To, zda je tato chyba způsobena měřičem, špatnou světelností, špatnou korekcí na sklon terénu, chybou samotné aplikace, chybou z nehomogenity porostů nebo nějakým jiným faktorem, by mělo být zajímavým tématem pro navazující výzkum.

8 SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

BITTERLICH, Walter; HESSKE, Benno; RUTHNER, Gerlinde. *Spiegel-Relaskop: Metric standart and Metric CP*. Manual: 1. part – Description [online]. Salzburg, 1990. 32 s. [2019-01-15] Dostupné z WWW: <http://wiki.awf.forst.uni-goettingen.de/wiki/images/a/af/Spiegel-Relaskop_English_Metric_and_Metric_CP.pdf>

BRAND, Roland; ROSSET, Christian. Waldinventur leicht gemacht. *Info HAFL: Das fundierte Magazin zur Land-, Forst- und Lebensmittelwirtschaft* [online]. 2013, vol. 16, no. 2, s. 10-11 [2019-02-12]. Dostupné z WWW: <https://www.hafl.bfh.ch/fileadmin/docs/Home/Ueber_HAFL/Magazin/InfoHAFL_0213_Thema_Waldinventur.pdf>

BRAND, Roland. Winkelzählprobe leicht gemacht mit dem Smartphone. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* [online]. 2012, vol. 163, no. 7, s. 282 [2019-03-12]. Dostupné z WWW: <http://www.moti.ch/drupal/sites/default/files/documentation/MOTI_Artikel_SZF_DE_2012.pdf>

Hospodářská kniha LHP pro LHC Klášter Vyšší Brod polesí 01 Vyšší Brod pro období 1.1.2017 – 31.12.2026. Zpracovatel: Lesní projekty České Budějovice, a.s. [220 s.]

Hospodářská kniha LHP pro LHC Klášter Vyšší Brod polesí 02 Loučovice pro období 1.1.2017 – 31.12.2026. Zpracovatel: Lesní projekty České Budějovice, a.s. [168 s.]

KORF, Václav. *Dendrometrie: učebnice pro lesnické fakulty*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1972. Lesnictví a myslivost. 369 s.

KUŽELKA, Karel; MARUŠÁK, Róbert; URBÁNEK, Vilém. *Dendrometrie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2016. 122 s. ISBN 978-80-213-2673-6.

LEPŠ, Jan; ŠMILAUER, Petr. *Biostatistika*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2016. 438 s. ISBN 978-80-7394-587-9.

LUSTI, Christian. *Winter-Tageeinstände von Rothirschen und ihr Einfluss auf die Waldverjüngung*. Bachelorarbeit. Wädenswil. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW. Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR, 2017. 25s.

MÁLEK, Bohumil. *Studijní materiál pro kurzy HÚL*. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2005. 98 s.

Masarykova univerzita: *Statistika 2* [online]. [2019-04-10] Dostupné z WWW: <<https://mathstat.econ.muni.cz/media/12565/pairedtest.pdf>>

MOTI. [2019-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.moti.ch/drupal/?q=de/node/11>>

PARKER, Robert. Nondestructive Sampling Applications of the Tele-Relaskop in Forest Inventory. *Southern Journal of Applied Forestry* [online]. 1997, vol. 21, no. 2, s. 75-83. [2019-01-29]. Dostupné z WWW: <<https://academic.oup.com/sjaf/article/21/2/75/4793534>>

SEQUENS, Josef. *Dendrometrie* [online]. 2007. 152 s. [2019-03-02]. Dostupné z WWW: <https://katedry.czu.cz/storage/3844_Souhrn_Dendrometrie.pdf>

SIMON, Jaroslav; KADLEC, Jaroslav. *Zjišťování stavu lesa (klasické metody zjišťování zásob)*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. 70 s. [2019-04-09] Dostupné z WWW: <https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/skripta/Hospodarska_uprava_lesa-Stav_lesa.pdf>

SIMON, Jaroslav; ZACH Jan. *Dendrometrie: Cvičení: Určeno pro posl. lesnické fak. 2., nezm. vyd.* Brno: Vysoká škola zemědělská, 1990. 116 s.

SiWaWa. [2019-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://siwawa.org/wiki/index.php?title=Hauptseite>>

ŠMELKO, Štefan. *Dendrometria: vysokoškolská učebnica*. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2000. 399 s. ISBN 80-228-0962-4.

ŠMELKO, Štefan. *Meranie lesa a dreva*. Zvolen: ÚVVP LVH, 2003. 239 s. ISBN 80-89100-14-7.

ŠTIPL, Přemek. *Hospodářská úprava lesa: Dendrometrie*. 1. vyd. Střední lesnická škola v Hranicích, 2000.

Textová část LHP pro LHC Klášter Vyšší Brod pro období 1.1.2017 – 31.12.2026. Zpracovatel: Lesní projekty České Budějovice, a.s. [231 s.]

ROSSET, Christian; BRAND, Roland; WEBER, Dominique; WUILLEMIN, Eric; GOLLUT, Clotilde; CAILLARD, Iris; FIEDLER, Ulrich. MOTI – ein Tool für die Waldinventur im Taschenformat. *Wald und Holz* [online]. 2015, vol. 96, no. 8, s. 45-48 [2019-03-15]. Dostupné z WWW: <https://www.waldschweiz.ch/fileadmin/user_upload/user_upload/Wald_und_Holz/Archiv/2015/Wald_und_Holz_08-2015_72dpi.pdf>

ROSSET, Christian. Forschungsvorhaben und aktuelle Projekte im Bereich «Waldplanung und Waldmanagement» an der HAFL. *Infoblatt: Arbeitsgruppe Waldplanung und -management* [online]. 2014, no. 1, s. 4-8 [2019-03-17]. Dostupné z WWW: <<https://www.forstverein.ch/de/arbeitsgruppen/waldplanung-und-management/downloads-infoblatt>>

Waldwissen. *Information for forest management* [2019-04-10]. Dostupné z WWW: <https://www.waldwissen.net/technik/inventur/wsl_app_moti/index_EN>

9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Zkusné plochy v porostní skupině 104B10	65
Příloha 2 Relaskopování v porostní skupině 104B10	65
Příloha 3 Porostní skupina 104B10	66
Příloha 4 Zkusné plochy v porostní skupině 105D10	66
Příloha 5 Relaskopování v porostní skupině 105D10	67
Příloha 6 Porostní skupina 105D10	67
Příloha 7 Zkusné plochy v porostní skupině 105E11	68
Příloha 8 Relaskopování v porostní skupině 105E11	68
Příloha 9 Porostní skupina 105E11	69
Příloha 10 Zkusné plochy v porostní skupině 108C9	69
Příloha 11 Relaskopování v porostní skupině 108C9	70
Příloha 12 Porostní skupina 108C9	70
Příloha 13 Zkusné plochy v porostní skupině 108D11	71
Příloha 14 Relaskopování v porostní skupině 108D11	71
Příloha 15 Porostní skupina 108D11	72
Příloha 16 Zkusné plochy v porostní skupině 110D12	72
Příloha 17 Relaskopování v porostní skupině 110D12	73
Příloha 18 Porostní skupina 110D12	73
Příloha 19 Zkusné plochy v porostní skupině 122B10	74
Příloha 20 Relaskopování v porostní skupině 122B10	74
Příloha 21 Porostní skupina 122B10	75
Příloha 22 Zkusné plochy v porostní skupině 124B9a	75
Příloha 23 Relaskopování v porostní skupině 124B9a	76
Příloha 24 Porostní skupina 124B9a	76
Příloha 25 Zkusné plochy v porostní skupině 202F11	77
Příloha 26 Relaskopování v porostní skupině 202F11	77
Příloha 27 202F11	78
Příloha 28 Zkusné plochy v porostní skupině 213A11b	78
Příloha 29 Relaskopování v porostní skupině 213A11b	79
Příloha 30 Porostní skupina 213A11b	79

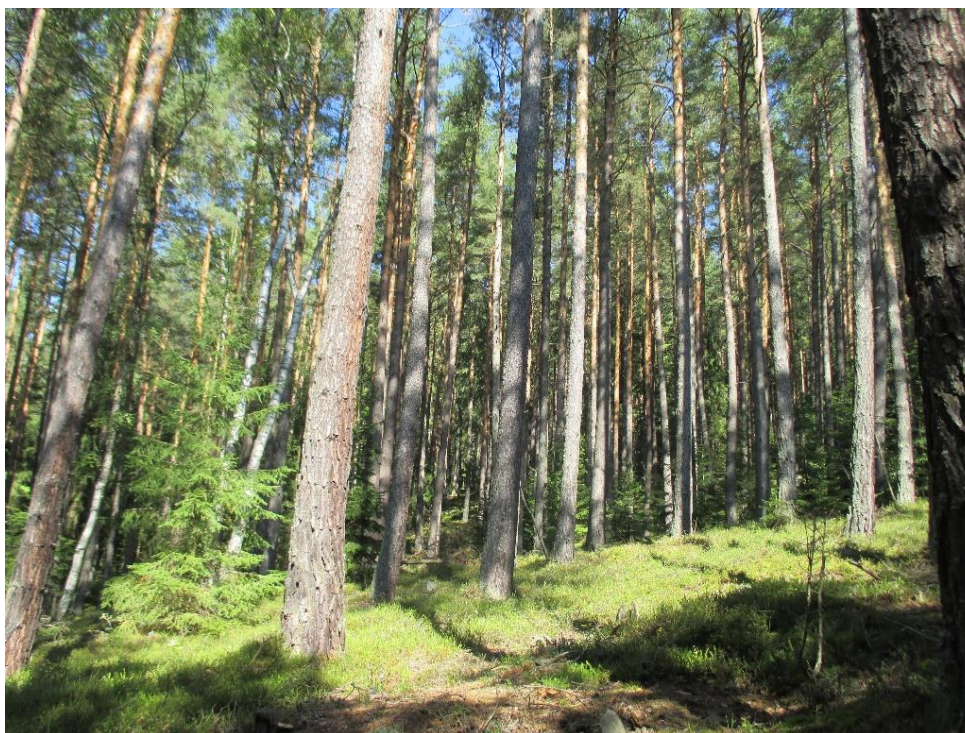
10 PŘÍLOHY

Příloha 1 Zkusné plochy v porostní skupině 104B10

Zkusná plocha	N	N/ha	d (mm)	d (m)	X
1.	24	600	325	0,325	63,375
2.	23	575	343	0,343	67,648175
3.	20	500	386	0,386	74,498
4.	22	550	337	0,337	62,46295
5.	26	650	305	0,305	60,46625
6.	22	550	341	0,341	63,95455
průměr	22,8	570,8	339,5	součet	65,4
s_x		5			
$s_x\%$		7,7			
Min. počet stanovisek		1			
Odst. vzdálenost (m)		44			

Příloha 2 Relaskopování v porostní skupině 104B10

Stanovisko	m	G/ha (m ² /ha)
1.	19,5	58,5
2.	18	54
3.	16,5	49,5
průměr	18,0	54,0
ZU	3	



Příloha 3 Porostní skupina 104B10

Příloha 4 Zkusné plochy v porostní skupině 105D10

Zkusná plocha	N	N/ha	d (mm)	d (m)	X
1.	22	550	349	0,349	66,99055
2.	25	625	388	0,388	94,09
3.	27	675	367	0,367	90,91508
4.	23	575	347	0,347	69,23518
5.	24	600	353	0,353	74,7654
průměr	24,2	605	360,8	součet	79,19924
s_x		12,5			
$s_x\%$		15,8			
Min. počet stanovisek		6			
Odst. vzdálenost (m)		46			

Příloha 5 Relaskopování v porostní skupině 105D10

Stanovisko	m	G/ha (m ² /ha)
1.	24	72
2.	23	69
3.	20	60
4.	22	66
5.	26	78
6.	22	66
průměr	22,8	68,5
ZU	3	



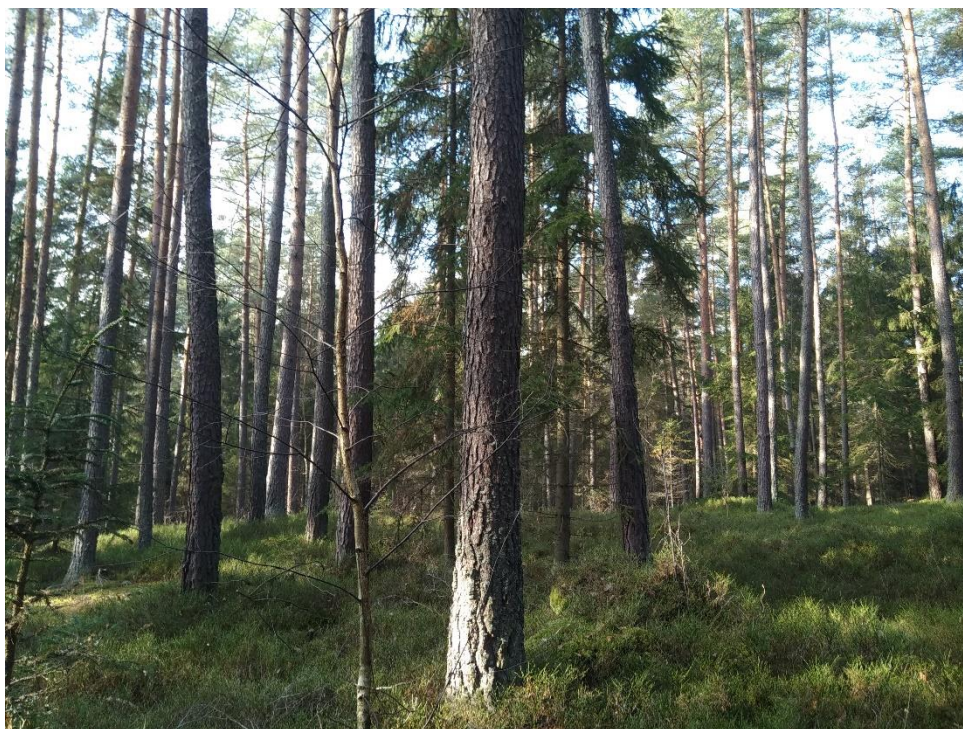
Příloha 6 Porostní skupina 105D10

Příloha 7 Zkusné plochy v porostní skupině 105E11

Zkusná plocha	N	N/ha	d (mm)	d (m)	X
1.	13	325	448	0,448	65,2288
2.	16	400	407	0,407	66,2596
3.	23	575	375	0,375	80,85938
4.	14	350	415	0,415	60,27875
5.	17	425	344	0,344	50,2928
průměr	16,6	415	397,8	součet	64,58387
s_x		11,1			
$s_x\%$		17,2			
Min. počet stanovisek		7			
Odst. vzdálenost (m)		46			

Příloha 8 Relaskopování v porostní skupině 105E11

Stanovisko	m	G/ha (m ² /ha)
1.	16	48
2.	17,5	52,5
3.	14,5	43,5
4.	12,5	37,5
5.	17	51
6.	13	39
7.	16	48
průměr	15,2	45,6
ZU	3	



Příloha 9 Porostní skupina 105E11

Příloha 10 Zkusné plochy v porostní skupině 108C9

Zkusná plocha	N	N/ha	d (mm)	d (m)	X
1.	23	575	320	0,320	58,88
2.	27	675	320	0,320	69,12
3.	25	625	304	0,304	57,76
4.	35	875	285	0,285	71,07188
5.	29	725	293	0,293	62,24053
průměr	27,8	695	304,4	součet	63,81448
s_x		6,0			
$s_x\%$		9,4			
Min. počet stanovisek		2			
Odst. vzdálenost (m)		75			

Příloha 11 Relaskopování v porostní skupině 108C9

Stanovisko	m	G/ha (m²/ha)
1.	20	60
2.	18	54
3.	18,5	55,5
4.	20,5	61,5
průměr	19,3	57,8
ZU	3	



Příloha 12 Porostní skupina 108C9

Příloha 13 Zkusné plochy v porostní skupině 108D11

Zkusná plocha	N	N/ha	d (mm)	d (m)	X
1.	19	475	385	0,385	70,40688
2.	15	375	423	0,423	67,09838
3.	16	400	396	0,396	62,7264
4.	12	300	447	0,447	59,9427
5.	18	450	372	0,372	62,2728
průměr	16	400	404,6	součet	64,48943
s_x		4,2			
$s_x\%$		6,5			
Min. počet stanovisek		1			
Odst. vzdálenost (m)		64			

Příloha 14 Relaskopování v porostní skupině 108D11

Stanovisko	m	G/ha (m ² /ha)
1.	23,5	70,5
2.	22	66
3.	19,5	58,5
průměr	21,7	65,0
ZU	3	



Příloha 15 Porostní skupina 108D11

Příloha 16 Zkusné plochy v porostní skupině 110D12

Zkusná plocha	N	N/ha	d (mm)	d (m)	X
1.	19	475	354	0,354	59,5251
2.	16	400	446	0,446	79,5664
3.	13	325	451	0,451	66,10533
4.	17	425	401	0,401	68,34043
5.	20	500	407	0,407	82,8245
průměr	17	425	411,8	součet	71,27235
s_x		9,7			
$s_x\%$		13,6			
Min. počet stanovisek		4			
Odst. vzdálenost (m)		49			

Příloha 17 Relaskopování v porostní skupině 110D12

Stanovisko	m	G/ha (m ² /ha)
1.	22	66
2.	21,5	64,5
3.	15,5	46,5
4.	18,5	55,5
5.	17	51
6.	23	69
7.	16	48
průměr	19,1	57,2
ZU	3	



Příloha 18 Porostní skupina 110D12

Příloha 19 Zkusné plochy v porostní skupině 122B10

Zkusná plocha	N	N/ha	d (mm)	d (m)	X
1.	17	425	409	0,409	71,09443
2.	22	550	320	0,320	56,32
3.	19	475	337	0,337	53,94528
4.	18	450	325	0,325	47,53125
6.	18	450	414	0,414	77,1282
průměr	18,8	470	361,00	součet	61,20383
s_x		11,1			
$s_x\%$		18,1			
Min. počet stanovisek		8			
Odst. vzdálenost (m)		62			

Příloha 20 Relaskopování v porostní skupině 122B10

Stanovisko	m	G/ha (m2/ha)
1.	21	63
2.	19,5	58,5
3.	23	69
4.	20	60
5.	20	60
6.	19	57
7.	20	60
8.	23	69
průměr	20,7	62,1
ZU	3	



Příloha 21 Porostní skupina 122B10

Příloha 22 Zkusné plochy v porostní skupině 124B9a

Zkusná plocha	N	N/ha	d (mm)	d (m)	X
1.	15	375	396	0,396	58,806
2.	13	325	505	0,505	82,88313
3.	19	475	408	0,408	79,0704
4.	20	500	419	0,419	87,7805
5.	18	450	401	0,401	72,36045
6.	18	450	401	0,401	72,36045
průměr	17,17	429,17	421,67	součet	75,54349
s_x		10,2			
$s_x\%$		13,5			
Min. počet stanovisek		4			
Odst. vzdálenost (m)		68			

Příloha 23 Relaskopování v porostní skupině 124B9a

Stanovisko	m	G/ha (m²/ha)
1.	21,5	64,5
2.	20	60
3.	21	63
4.	21,5	64,5
průměr	21,0	63,0
ZU	3	



Příloha 24 Porostní skupina 124B9a

Příloha 25 Zkusné plochy v porostní skupině 202F11

Zkusná plocha	N	N/ha	d (mm)	d (m)	X
1.	31	775	302	0,302	70,6831
2.	36	900	290	0,290	75,69
3.	29	725	263	0,263	50,14753
4.	34	850	268	0,268	61,0504
5.	30	750	324	0,324	78,732
průměr	32	800	289,4	součet	67,26061
s_x		11,7			
$s_x\%$		17,4			
Min. počet stanovisek		7			
Odst. vzdálenost (m)		32			

Příloha 26 Relaskopování v porostní skupině 202F11

Stanovisko	m	G/ha (m2/ha)
1.	20,5	61,5
2.	20,5	61,5
3.	19	57
4.	20,5	61,5
5.	19	57
6.	14	42
7.	23,5	70,5
průměr	19,6	58,7
ZU	3	



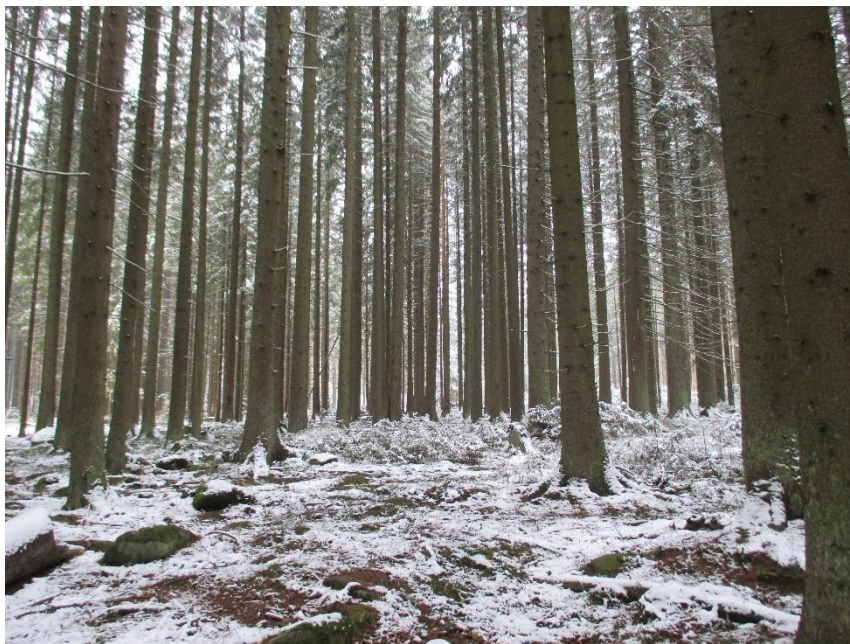
Příloha 27 202F11

Příloha 28 Zkusné plochy v porostní skupině 213A11b

Zkusná plocha	N	N/ha	d (mm)	d (m)	X
1.	30	750	422	0,422	133,563
2.	29	725	397	0,397	114,2665
3.	22	550	495	0,495	134,7638
4.	17	425	484	0,484	99,5588
5.	26	650	457	0,457	135,7519
průměr	24,8	620	451	součet	123,5808
s_x		16,1			
$s_x\%$		13,0			
Min. počet stanovisek		4			
Odst. vzdálenost (m)		40			

Příloha 29 Relaskopování v porostní skupině 213A11b

Stanovisko	m	G/ha (m ² /ha)
1.	13,5	54
2.	17,5	70
3.	16	64
4.	22	88
5.	15	60
6.	18,5	74
7.	17	68
průměr	17,1	68,3
ZU	4	



Příloha 30 Porostní skupina 213A11b