

**Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra hospodářské úpravy lesů**

**POROVNÁNÍ SBĚRU
DENDROMETRICKÝCH DAT NA CELÉ
PLOŠE A NA ZKUSNÝCH PLOCHÁCH**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Petr Šanda

Vedoucí práce: Ing. Lubomír Šálek, Ph.D.

2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra hospodářské úpravy lesů

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Šanda Petr

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

Porovnání sběru dendrometrických dat na celé porostní skupině a na zkusných plochách

Anglický název

Comparison of mensurational data collecting on a whole stand and on sample plots

Cíle práce

Cílem práce je zjistit odchylky mezi způsoby zjištění zásob na dvou vybraných porostních skupinách. Rozdílné metody budou nejen v rámci měření, ale také v rámci výpočtu s použitím objemových tabulek ÚLT a tabulek jednotných objemových křivek.

Metodika

Zjištění přírodních poměrů o příslušném území, vybraní porostních skupin a umístění zkusných ploch, terénní sběr dat, vyhodnocení a porovnání výsledků.

Harmonogram zpracování

Dokončení sběru dat do 31.12.2012, dokončení výpočtů do 28.2.2013, předložení konceptu práce do 10.4.2013, odevzdání práce do 30.4.2013

Rozsah textové části

40 stran včetně grafů, tabulek a obrázků

Klíčová slova

zásoba porostu, průměrkování, zkusné plochy, smrk

Doporučené zdroje informací

Lesní hospodářský plán zájmového území
Oblastní plán rozvoje lesů příslušné PLO
Lesní zákon 289/1995 Sb. a vyhlášky 83/96 Sb., 84/96 Sb.
Šmelko Š. (2000): Dendrometrie. Technická universita, Zvolen, 399.
Korf V. (1972): Dendrometrie, SZN Praha

Vedoucí práce

Šálek Lubomír, Ing., Ph.D.

Termín odevzdání

duben 2013

doc. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan fakulty

V Praze dne 19.3.2013

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Porovnání sběru dendrometrických dat na celé ploše a na zkusných plochách“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Lubomíra Šálka, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím 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 30.4.2013

POROVNÁNÍ SBĚRU DENDROMETRICKÝCH DAT NA CELÉ PLOŠE A NA ZKUSNÝCH PLOCHÁCH

COMPARISON OF MENSURATIONAL DATA COLLECTING ON A WHOLE STAND AND ON SAMPLE PLOTS

Souhrn

Práce se zabývá sběrem a vyhodnocením dendrometrických dat pomocí metody celoplošného průměrkování a metody zkusných ploch. Dále porovnává metody výpočtu s pomocí objemových tabulek a výpočtu s tabulkami jednotných objemových křivek.

Cílem práce je sběr dat v terénu, vyhodnocení přírodních podmínek a porovnání výsledků rozdílných metod měření a výpočtů.

Sběr dat probíhal na území lesní správy Kácov, poblíž města Uhlířské Janovice. Mezi průměrkováním a zkusnými plochami byl zjištěn rozdíl 203 m^3 .

Summary

The work deals with collection and evaluation of mensurational data obtained from callipering on a whole stand and sample plots. In addition it compares calculation methods using volume tables and uniform volume curves.

The aim of the work is field data collection, evaluation of natural conditions and comparison of different methods of measurement and calculation.

The data were collected in the forest district Kácov, near the town Uhlířské Janovice. The difference between callipering and sample plots was 203 m^3 .

Klíčová slova: zásoba porostu, průměrkování, zkusné plochy, smrk

Keywords: standing volume, callipering, sample plots, spruce

OBSAH

1	Úvod	5
2	Rozbor problematiky	6
2.1	Metody zjišťování zásoby lesních porostů	6
2.1.1	Druhy a dendrometrická definice lesních porostů	6
2.1.2	Systematika metod zjišťování zásob a struktur lesních porostů	6
2.1.3	Celoplošné průměrkování	7
2.1.4	Metody zkusných ploch - reprezentativní metody	10
2.1.5	Kruhové zkusné plochy	12
2.2	Zhodnocení přírodních poměrů	13
2.2.1	Geomorfologické a hydrografické poměry	13
2.2.2	Geologické poměry	15
2.2.3	Pedologické poměry	16
2.2.4	Klimatické poměry	17
3	Metodika měření	18
3.1	Místo zjišťování porostní zásoby	18
3.2	Měřicí pomůcky	18
3.3	Postup měření	19
3.3.1	Celoplošné průměrkování	19
3.3.2	Zkusné plochy	19
4	Výsledky	22
4.1	Výpočty pro porostní skupinu 154B12	22
4.1.1	Celoplošné průměrkování	22
4.1.2	Výpočet pomocí objemových tabulek ÚLT	23
4.1.3	Výpočet pomocí jednotných objemových křivek	25
4.1.4	Zkusné plochy	29
4.2	Výpočty pro porostní skupinu 156E12	32

4.2.1	Celoplošné průměrkování.....	32
4.2.2	Zkusné plochy	36
4.3	Shrnutí výsledků.....	38
4.3.1	Porostní skupina 154B12.....	38
4.3.2	Porostní skupina 156E12.....	39
4.3.3	Srovnání s údaji z LHP.....	39
5	Závěr.....	42
6	Seznam literatury.....	44

1 ÚVOD

Dendrometrie je významná věda zabývající se metodami zjišťování taxačních veličin stromů a lesních porostů. Patří mezi klasické lesnické disciplíny a je nepostradatelná v pěstování, ochraně i těžbě lesa. Bez přesných údajů nelze dostatečně kvalitně plánovat těžbu a celkové ekonomické řízení lesního podniku. Řádný sběr dendrometrických dat je nutný pro zjištění zásoby porostu, pro stanovení dodržování etátu, pomáhá při stanovení cíle hospodaření, nebo při bonitaci dřevin [Simon, 2008].

[Korf, 1953] řadí dendrometrii jako disciplínu k předmětům lesnické ekonomie, kde jako pomocné nauky slouží především matematika, fyzika a botanika. [Šmělko, 2000] konstatuje, že dendrometrie patří mezi nejstarší lesnické odborné disciplíny s dlouhodobou tradicí, která se datuje až do 18. století. Původně jednoduché okulární metody byly velmi rychle nahrazeny měřením a již v roce 1758 vznikly první návrhy na krychlení dřeva na principu stereometrie.

Cílem této práce je sběr dendrometrických dat v terénu, metodou celoplošného průměrkování a metodou zkusných ploch, a jejich následné vyhodnocení a porovnání výsledků různých metod výpočtu a s hodnotami uvedenými v LHP. K výpočtu výsledných hodnot byly použity dvě metody. Metoda objemových tabulek a metoda jednotných objemových křivek.

2 ROZBOR PROBLEMATIKY

Jako teoretický základ byla použita především kniha Dendrometria od Štefana Šmelka

2.1 Metody zjišťování zásoby lesních porostů

2.1.1 Druhy a dendrometrická definice lesních porostů

[Šmelko, 2000] uvádí, že lesní porost můžeme definovat jako společenstvo stromů, které má po celé ploše přibližně stejný charakter. Tento charakter je dán jednak stejnými podmínkami (bonitou) pro růst dřevin, jednak vlastní dřevinnou složkou, tj. podílem dřevin, způsobem jejich promísení, prostorovým uspořádáním, věkem apod. [Simon, 2008] definuje bonitu jako údaj, který kvantitativně specifikuje produkční schopnost dřeviny na stanovišti, tj. určuje bonitu lesního porostu.

Porost může být stejnorodý, pokud ho tvoří jen jedna dřevina nebo různorodý (smíšený) pokud se v něm vyskytuje více dřevin. Podle věku se může jednat o porost stejnověký (složený ze stromů stejného věku) s nestejnověký (složený ze stromů různého věku). Pokud jsou stromy na ploše uspořádány v jedné vrstvě (výšce), jde o porost jednovrstvý (jednoetážový), pokud jsou uspořádány ve dvou a více vrstvách po sobě, jde o porost dvouvrstvý (dvouetážový) nebo vícevrstvý (víceetážový). Nejvyšší stupeň různorodosti představuje výběrný les a přirozený přírodní les, kde se na ploše jednoho porostu vyskytují všechna vývojová stádia a dimenze stromů zpravidla většího počtu dřevin v jednotlivém nebo hloučkovitém smíšení.

2.1.2 Systematika metod zjišťování zásob a struktur lesních porostů

Pojmem porostní zásoba se rozumí objem všech stromů v porostu. Zjistit jeho celkové množství, rozdělení podle dřevin a tloušťkových tříd je důležité pro mnoho druhů využití v lesnické praxi a výzkumu. Obzvláště důležitý je v hospodářské úpravě lesů, kde je nutné jej pravidelně (každých 10 let) zjišťovat při vypracovávání lesního hospodářského plánu (zákon č. 289/95 Sb. a vyhláška č. 84/1996 Sb)

Ke zjišťování zásoby a stuktury porostu se používají různé metody. [Šmelko, 2000] je dělí následovně:

1. metoda přímého měření

- a) na celé ploše porostu
- b) na zkusných plochách (reprezentativně)

2. metoda odhadu

- a) pomocí růstových tabulek nebo jiných biometrických modelů
- b) okulárně, na základě zkušenosti

Metoda celoplošného měření je založena na měření všech stromů v porostu. Dosahuje relativně nejpřesnějších výsledků, ale na druhou stranu je časově velmi náročná, tedy i drahá. Metoda zkusných ploch měří jen část stromů a ze získaných výsledků se odvozuje zásoba celého porostu. Čím větší plochu porost má a čím je homogennější, tím je metoda zkusných ploch výhodnější. Výsledky jsou ale méně přesné než u metody celoplošného měření. Metoda odhadu používá buď čistě okulární odhad nebo jeho kombinaci s měřením některých veličin za využití pomocných biometrických vztahů. Odhady jsou finančně a časově velmi málo náročné, ale výsledky nejsou tak přesné jako u jiných metod a mohou být zatíženy subjektivní chybou. O volbě metody rozhoduje účel měření a požadovaná přesnost.

2.1.3 Celoplošné průměrkování

2.1.3.1 Metodický postup

[Šmelko, 2000] tuto metodu definuje takto: „*Celoplošné průměrkování (běžně průměrkování naplno) je měření tlouštěk ve výšce 1,3 m od země ($d_{1,3}$) na všech stromech v porostu a jejich současné zařazení do přesně definovaných skupin – tzv. tloušťkových stupňů. V podstatě jde o zjištění početnosti stromů v porostu podle tloušťkových stupňů.*“

Tloušťkový stupeň (stupeň tloušťkový s.t.) podle [Simon, 2008] je: „*Jednotka rozdělení základního souboru tlouštěk do stanoveného tloušťkového intervalu se zvolenou spodní a horní hranicí tlouštěk. S. t. je charakterizován svou střední hodnotou, tj. aritmetickým průměrem spodní a horní hranice. Do s. t. se zařazují měření tloušťky stromů při určování zásob porostů. Toto zařazení zrychluje a zjednodušuje výpočet při zachování dostatečné přesnosti. Obvykle se používají dvoucentimetrové nebo čtyřcentimetrové s. t. (jejich volba souvisí se zvolenou metodou - např. pro metodu objemových tabulek se používají obvykle dvoucentimetrové s. t., pro metodu jednotných*

objemových křivek čtyřcentimetrové s. t. – volba vychází z uspořádání příslušných tabulek.).“

Tloušťky stromů se měří taxačními průměrkami. Typ průměrky Böhmerle je často používán, protože stupnice na pravítku je upravena tak, že udává zaokrouhlené hodnoty tloušťky na 4 cm tloušťkové stupně.

Průměrkování celého porostu provádí obvykle tříčlenná skupina složená z vedoucího a 2 až 3 pomocníků. Pomůcky k měření jsou obvykle:

- taxační průměrky pro každého měřiče
- dostatečné množství křídly ke značení změřených stromů a průměrkovací zápisník
- porostová mapa pro orientaci v terénu
- psací potřeby

Před zahájením průměrkování je vedoucí skupiny povinen vykonat určité přípravné práce:

- seznámit se s hranicemi porostu a zabezpečit jejich viditelnost
- seznámit se s porostem a rozhodnout o tom, které dřeviny se budou průměrkovat odděleně, a které se přiřadí k příbuzné více zastoupené dřevině (zvláště se evidují dřeviny s minimální zásobou 1m^3 na 1 ha), a o tom, zda není potřeba samostatně odlišit a vyprůměrkovat věkově odlišné části nebo etáže porostu
- připravit průměrkovací zápisník a zkontrolovat měřicí pomůcky, případně je rektifikovat

Při měření je potřeba dodržovat všeobecná pravidla průměrkování, která se týkají hlavně způsobu měření tloušťek a postupu práce průměrkovací skupiny

Způsob měření tloušťky stromů. Tloušťka stromu $d_{1,3}$ se měří ve výšce 1,3 m od země (paty stromu) ze kterékoliv strany stromu. Na svahu se měří ze strany přivrácené ke svahu. Pokud je strom nakloněn tak se měří po délce jeho osy. Pro usnadnění a přesnější dodržování správné výšky měření je vhodné si ji vyznačit na oděv. Průměrku je třeba ke stromu přikládat kolmo k vegetační ose stromu a její ramena přitlačovat přiměřenou, pořád stejnou silou. V okamžiku odčítání tloušťky se musí průměrka

stromu dotýkat ve třech bodech: oběma ramena a stupnicí. Pokud má strom mimořádně nepravidelný průřez určí se jeho tloušťka tak, že se změří její největší a nejmenší hodnota a z nich se vypočítá aritmetický průměr. Druhou možností je změřit tloušťku vzdálenou 45° nalevo nebo napravo od maximální hodnoty. V případě velmi zdeformovaného stromu se postupuje tak, že se změří hodnoty ve stejné vzdálenosti nad a pod výškou $d_{1,3}$ a z nich se spočítá aritmetický průměr. U dvojáků (strom s dvěma kmeny) se měří každý kmen samostatně. Stromy vyvrácené, pokud z nich jde vyrobít alespoň palivo, se průměrkují, zlomené stromy se neprůměrkují. Suché stromy se evidují samostatně. Pokud se stane, že naměřená tloušťka je přesně na hranici mezi dvěma tloušťkovými stupni, je třeba průměrku pootočit doleva nebo doprava po obvodu kmene dokud se jednoznačně neukáže, do kterého tloušťkového stupně strom patří.

Postup práce průměrkovací skupiny popisuje [Šmelko, 2000] následovně: „*Vlastní průměrkování se vykonává zpravidla v pásech o šířce 5-15 m (v závislosti na schůdnosti terénu a hustotě porostu) a to na rovině v libovolném směru, rovnoběžně s některou hranicí porostu, na svahu zásadně po vrstevnici a ve směru zdola nahoru. Měřiči postupují vedle sebe tak, že první měřič předstihuje o trochu druhého a druhý třetího, aby mohli změřit i ty stromy, které předcházející měřič případně vynechal. Každou změřenou tloušťku hlásí měřič zapisovateli. Je zvykem, že u nejvíce zastoupené dřeviny se hlásí pouze tloušťkové stupně. U všech ostatních dřevin se hlásí nejprve druh dřeviny a potom tloušťka. Tím se ulehčuje práce zapisovateli. Ihned po nahlášení odečtené tloušťky $d_{1,3}$ je měřič povinen označit změřený strom taxační křídou. Označení se zásadně dělá na té straně stromu, která je obrácena k zatím neprůměrkované části porostu a to nejlépe šikmou čarou, kterou je dobře vidět i z širšího zorného úhlu. Takto označené stromy vytvoří viditelnou hranici na rozhraní mezi vyprůměrkovanou a dosud nevyprůměrkovanou částí porostu, což ulehčuje měřičům orientaci při práci a zapisovateli průběžnou kontrolu průměrkování. Zapisovatel postupuje těsně za měřiči a zaznamenává hlášené výsledky do průměrkovacího zápisníku čárkovací metodou, která umožňuje jednoduché sečtení stromů v tloušťkových stupních. Zároveň kontroluje, zda všechny stromy byly řádně změřené a označené.*“

2.1.4 Metody zkusných ploch - reprezentativní metody

2.1.4.1 Podstata a vývoj metod zkusných ploch

Při metodě zkusných ploch se zásoba porostu zjišťuje měřením jeho malých částí, které reprezentují celý porost. Zkusné plochy musí být umístěny tak, aby co nejlépe zastupovaly charakter celého porostu (dřevinná skladba, prostorové rozmístění). Oproti metodě průměrkování jsou zkusné plochy časově (finančně) méně náročné.

Výsledky získané na zkusných plochách se přepočítávají na 1 ha nebo na celý porost podle vztahu

$$V_c \cdot ha^{-1} = \frac{V_{skp}}{\Sigma p} \quad V_c = \frac{P}{\Sigma p} \cdot V_{skp}$$

kde: V_c - zásoba celého porostu

V_{skp} - zásoba ze zkusných ploch

P - výměra celého porostu (v ha)

Σp - výměra zkusných ploch (v ha)

[Šmelko, 2000] dále podotýká, že obdobně můžeme přepočítat i údaje jiných veličin, jako například počet stromů, zásobu dřevin, tloušťkové stupně a další. Základní metodickou úlohou při metodě zkusných ploch je určení hlavních vytyčovacích údajů – počtu, velikosti a rozmístění zkusných ploch v porostu. Tuto úlohu je možné řešit dvěma způsoby: subjektivním odhadem nebo objektivním odvozením pomocí matematicko-statistických metod.

Subjektivní odhad vytyčovacích údajů zkusných ploch má nevýhody v tom, že rozsah měření se často zvolí zbytečně velký nebo naopak příliš malý stejně tak jako v tom, že dosáhnutá přesnost výsledku takto stanoveného měření není známa a může být do značné míry zatížena systematickými subjektivními vlivy. (např. taxátor umísťuje zkusné plochy podvědomě častěji do hustších částí porostu apod.). Tento způsob byl běžný v minulosti, postupně se od něho stále více upouští a v Evropě se používá už jen v málo státech.

Objektivní matematicko-statistické odvození vytyčovacích údajů zkusných ploch odstraňuje všechny nevýhody subjektivního odhadu. Umožňuje stanovit potřebný minimální počet a velikost zkusných ploch odpovídající konkrétní struktuře porostu a

požadované přesnosti výsledku a pro vlastní umístění zkusných ploch v porostu dává objektivní pravidla vylučující subjektivní hledisko taxátora. Po vykonání měření dovoluje provést výpočet (kontrolu) skutečně dosažené přesnosti výsledku. Mimo to umožňuje objektivně rozhodnout, zda je porost výhodnější průměrkovat zkusnými plochami nebo naplno porovnáním času, nákladů a přesnosti obou metod.

[Šmelko, 2000] píše že, díky těmto výhodám našla matematicko-statistická metoda zkusných ploch široké praktické uplatnění téměř po celém světě. Od roku 1920 se objevila ve skandinávských zemích prošla prudkým vývojem díky rozvoji matematické statistiky, příchodu leteckých snímků, které velmi zjednodušili a zefektivnili plánování výběru zkusných ploch a nástupu výpočetní techniky, která zjednodušila a zautomatizovala zpracování údajů. V bývalé ČSR byla do praxe HÚL zavedena oficiálně v roce 1961.

Ve světě vzniklé alternativy matematicko-statistické inventarizace je možné rozdělit do dvou hlavních skupin: velkoplošná a maloplošná inventarizace. Liší se především velikostí základní prostorové jednotky, pro kterou se údaje zjišťují. U velkoplošné se jedná o plochu rozlohy celého státu, regionu, kraje, lesního podniku apod. o výměře v řádu tisíců hektarů. Použití reprezentativních metod je zde ekonomicky velmi výhodné a velmi přesné (chyba chybou $\pm 0,1-1,0$ %). Pro menší jednotky lesa (dílec, porost) jsou kvůli nízké přesnosti nepoužitelné. Maloplošná inventarizace se zaměřuje na jednotlivé porosty, resp. dílce, a proto se často nazývá porostová inventarizace. Počet a výměra zkusných ploch je k výměře inventarizovaného porostu relativně větší než u velkoplošných inventarizací (řádově 2-5 zkusných ploch na 1 ha) a pro každý porost se musí hledat individuální řešení, což je metodicky poměrně náročné.

2.1.5 Kruhové zkusné plochy

2.1.5.1 Dendrometrické a matematicko-statistické vlastnosti kruhových zkusných ploch

Podle Šmelka [2000] mají kruhové zkusné plochy velmi dobré dendrometrické i matematicko-statistické vlastnosti:

- dají se v terénu přesně vytyčit
- při stejné výměře mají v porovnání s jinými, např. čtvercovými anebo obdélníkovými zkusnými plochami kratší obvod a tím i méně hraničních stromů
- jelikož se nejčastěji používají kruhy menší výměry (1-10 arové), v porostu se jich vždy vytyčuje větší počet což je výhodné v tom, že:
 - přesněji se vystihnou rozdíly ve struktuře porostu
 - pro výpočet přesnosti a stanovení potřebného rozsahu a intenzity výběru je možné v plné míře aplikovat matematicko-statistické metody
 - vhodnou změnou velikosti a hustoty zkusných ploch je možné velmi dobře přizpůsobit celkovou intenzitu výběru konkrétní struktuře jednotlivých dílčích ploch v porostu, čili provést stratifikovaný výběr
- jedinou jejich nevýhodou je, že na strmých svazích a v porostech s podrostem je vytyčování větších kruhů obtížné a zdlouhavé.

Pro tyto vlastnosti kruhové zkusné plochy a jejich modifikace byly a i v současnosti jsou nejpoužívanějšími zkusnými plochami v celosvětovém měřítku. Pouze ve velmi obtížném terénu se dává přednost jiným, především pásovým zkusným plochám.

2.2 Zhodnocení přírodních poměrů

Lokalita měřených porostních skupin se nachází jižně od města Uhlířské Janovice a severně od města Kácov. Podle přílohy č.1 k vyhlášce č. 83/1996 Sb. spadá do přírodní lesní oblasti LO 10 – Středočeská pahorkatina

2.2.1 Geomorfologické a hydrografické poměry

2.2.1.1 Geomorfologické poměry

Geomorfologické členění podle [Demek, 1987]. Měřené porostní skupiny se nacházejí na:

Celek IIC-2 - Hornosázavská pahorkatina

Podcelek IIC 2A – Kutnohorská plošina

- Okrsek IIC 2A a – Malešovská pahorkatina
- IIC 2A b – Golčojeníkovská pahorkatina

Podcelek IIC 2B – Světelská pahorkatina

- Okrsek IIC 2B a – Čestínská pahorkatina
- IIC 2B b – Třebětínská pahorkatina

Podcelek IIC 2C – Havlíčkobrodská pahorkatina

- Okrsek IIC 2C a – Chotěbořská pahorkatina

LHP popisuje území takto: Území má převážně pahorkatinný reliéf, mírně zvlněný s převážně plochými hřbety a rozsáhlými plošinami. Tam kde do LHC zasahuje přírodní lesní oblast č.16 se již většinou jedná o reliéf dosti zvlněný. Údolí jsou v pramenném území mělká a rozevřená, postupně se více zařezávají. Sázava a její vydatnější přítoky vytvořily hluboce zaříznutá údolí. Na SV do území zasahuje přírodní lesní oblast č. 17, která je nejnižší částí České tabule, zde reprezentovaná Čáslavskou kotlinou.

Nejvýraznější kótou území je Blaník (631,8 m n.m.), největší výšky dosahuje zaujaté území v JV části, kóty Podhoří (672,8 m n.m.) a Řísnický vrch (689,0 m n.m.). Nejnižší nadmořskou výšku dosahuje území v údolí Sázavy u Stříbrné Skalice (cca 300 m n.m.).

2.2.1.2 Hydrografické poměry

Území patří do povodí Labe a je odvodňováno Sázavou, která protéká prakticky středem LHC a odděluje tak bývalé LHC Vlašim a LHC Kácov.

Význačnější přítoky Sázavy z pravé strany:

- Úžický potok
- Hubertka
- Podvecký potok

Na této straně Sázavy Klejnárka s přítokem Bahýnka ústí do Labe.

Význačnější přítoky Sázavy z levé strany:

- Křešický potok
- Blanice
- Sedlecký potok
- Štěpánovický potok
- Želivka

Význačnější přítoky Želivky z levé strany:

- Blažejovský potok
- Tomický potok
- Čechlický potok

Význačnější přítoky Blanice z pravé strany:

- Psářský potok
- Petřínský potok
- Pavlovický potok
- Borecký potok
- Bolinka
- Orlina
- Brodec
- Pravětický potok
- Hrnčířský potok

Význačnější přítoky Blanice z levé strany:

- Chotýšanka
- Domašínský potok
- Holčovický potok
- Polánecký potok
- Strašický potok
- Zvěstovský potok
- Bořkovice
- Slupský potok

Na JV tvoří část hranice LC vodní nádrž Švihov (Želivka), na SV se nachází vodní nádrž Vrchlice.

2.2.2 Geologické poměry

Téměř celé území LS Kácov spadá do oblasti krystalinika Českého masivu. Část Středočeské pahorkatiny kolem Sázavy patří do oblasti Posázaví, která se dělí na Zbraslavickou pahorkatinu s převládajícími biotickými pararulami, častými překryvy diluviálních hlín a na pahorkatinu Vlašimsko-humpoleckou s pararulami a ostrůvky žuly. Převážnou část území zaujímají metamorfované horniny starohorního až prahorního stáří, které náleží celku Českomoravské vrchoviny. Malé lokality u Kutné Hory zaujímá křídový útvar, třetihorní šterkopísky a pleistocénní hlíny na rozvodních plošinách. Pleistocénní hlíny se objevují i na Vlašimsku a vyplňují nižší partie terénu a recentní náplavy. Využity jsou především zemědělsky a do lesního komplexu spadá jen malá část. Na západní části se objevuje středočeský pluton tvořený granodioritem s ložiskem žilné žuly a syenitem. Celkově je geologické podloží převážně rulové, méně žulové. V oblasti Bohdanče se vyskytují amfibolity a známá je lokalita dolnokralovických hadců-serpentinů. Na celém území jsou přibližně stejně zastoupeny pararuly, ortoruly a svorné ruly.

Pararuly jsou častější, vyznačují se příznivějším chemismem oproti ortorulám, snadněji zvětrávají a vytvářejí se na nich středně hluboké až hluboké, hlinitopísčité až písčitohlinité středně bohaté půdy. Vyskytují se zde jednak biotické pararuly s vložkami amfibolitních a krystalických vápenců, jednak břidličnaté silimaniticko-biotické pararuly bez podstatnějších vložek amfibolitních a krystalických vápenců.

Podobně jako pararuly i ortoruly prodělaly hlubinou metamorfózu. Na rozdíl od pararul, které vznikly metamorfózou původních sedimentů, ortoruly vznikly metamorfózou hornin vyvřelých. Jsou silně prokřemenělé, hůře zvětrávají a vytvářejí tudíž vystouplé tvary v terénu. Méně metamorfované komplexy obsahující svorové ruly se vyskytují v okolí Kutné Hory.

Na různých lokalitách se vyskytují amfibolity, hojnější jsou však na východ od Jankova. Břidličnaté amfibolity vytvářejí vložky v biotických pararulách. V biotických pararulách se také objevují ložiska čistých krystalických vápenců, které však nemají větší význam, protože se objevují ojediněle na malých lokalitách.

Podél vodotečí se vytvořily aluviální náplavy.

2.2.3 Pedologické poměry

S ohledem na geologické podloží jsou zde vytvořeny půdy fyzikálně a chemicky poměrně příznivé. Je to patrné na skutečnosti, že podzoly se vyskytují jen vyjíměčně a kambizemě spolu s pseudoglejem jsou nejrozšířenějšími půdními typy. Po stránce půdního druhu jsou půdy především hlinitopísčité, písčitohlinité, středně bohaté častěji hluboké.

Antropogenní půda se objevuje jen ojediněle v okolí Kutné Hory v místech bývalých stříbrných dolů. Syrozem se nalézá v malé míře na skaliscích, především okolo řeky Sázavy. Ranker je vázán na prudké svahy se zahliněnou sutí, na kterých místy vystupuje na povrch matečná hornina. Rendzina se vyskytuje v dolnokralovických hadcích a ojediněle v okolí Kutné Hory na podloží vápnitých pískovců. Na sprašových překryvech vznikly hnědozemě a oglejená hnědozem vznikla střídavým zamokřováním vlivem nerozpustného podloží.

Eutrofní kambizem je vázána na spodní části svahů obohacené humusem. Mezotrofní kambizem vznikla zvětráváním pararul a jedná se o středně hluboké až hluboké, hlinitopísčité až písčitohlinité půdy. Nevyvinutá mezotrofní hnědá půda je poměrně mělká, kamenitá půda vázaná na podloží pararul a je typická pro prudké až strmé svahy, odkud je jemný materiál splavován do podsvahových deluvií. Oglejená mezotrofní kambizem se vytvořila na plošinách a mělkých prohlubních převážně s překryvem pleistocénních hlín. Oligotrofní hnědé půdy se vytvořily na minerálně chudších horninách, především na ortorulách, částečně na pararulách a granodioritech.

Jsou to lehké hlinitopísčité půdy s poměrně vysokým obsahem skeletu. Nevyvinutá oligotrofní kambizem je mělká kamenitá půda na středních až prudkých svazích a terénních vyvýšeninách na podloží ortorul a částečně pararul. Podzolovaná oligotrofní hnědá půda se vyskytuje jen omezeně. Tvoří přechod mezi oligotrofní kambizem a podzolem. Je vázána na minerálně chudé horniny.

Na rozsáhlých plošinách s nestejně mocnými překryvy pleistocénních hlín (bez působení vody) se vytvořila illimerizovaná oligotrofní hnědá půda. Pseudoglej se vytvořil na rozvodních plošinách na třetihorních a čtvrtohorních hlinitých až jílovitých překryvech na nepropustném podloží vlivem střídavého zamokřování a vysychání.

Naplavené půdy se vyskytují v blízkosti drobných vodních toků. Okrajově jsou zastoupeny vlastní hydromorfnní půdy s vysokou hladinou spodní vody, tedy gleje a semigleje.

2.2.4 Klimatické poměry

Celé území leží v klimatické oblasti „B“, tj. mírně teplá oblast. Je charakterizována počtem letních dnů pod 50 (letní dny s maximální teplotou 25 °C a vyšší), začátkem žní ozimého žita po 15. červenci a průměrnou červencovou teplotou nad 15 °C.

Okrsky:

B2 – okrsek mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou. Zaujímá pouze malou část území na severovýchodně, přibližně kopíruje hranici PLO č. 17 – Polabí.

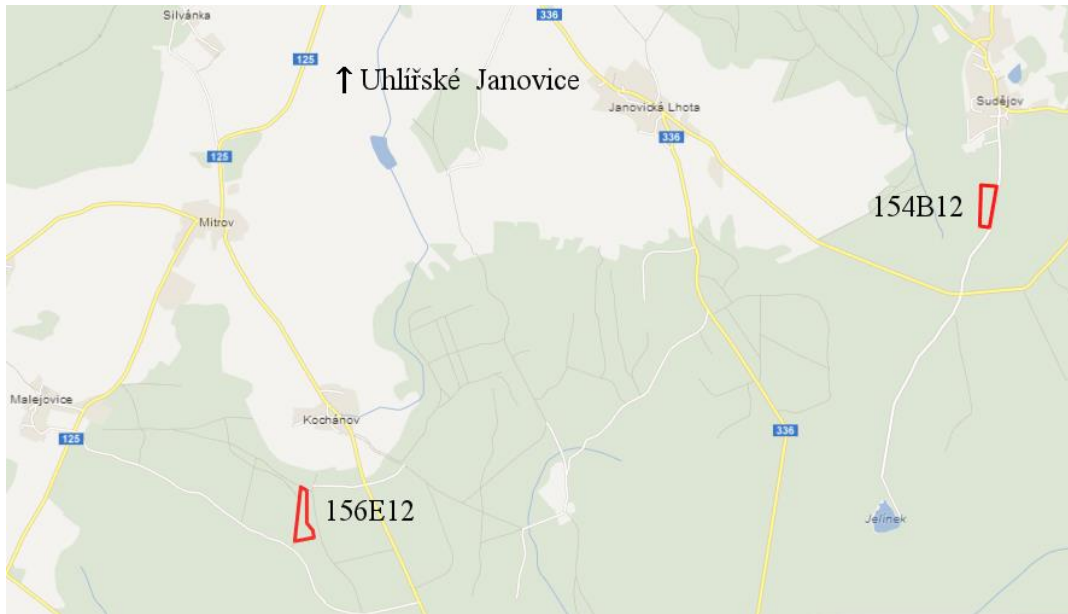
B3 – okrsek mírně teplý, mírně vlhký, s mírnou zimou, pahorkatinový. Na území LHC nejvíce zastoupený. Více méně kopíruje hranici PLO č. 10 – Středočeské pahorkatiny.

B5 – okrsek mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinový. Na LHC ve východní a jižní části, odpovídá PLO č. 16 – Českomoravské vrchovině a vyšším partiím PLO č. 10 – Středočeské pahorkatiny.

3 METODIKA MĚŘENÍ

3.1 Místo zjišťování porostní zásoby

Měření dendrometrických dat probíhala ve dvou porostních skupinách na území lesní správy Kácov v revíru Podmoky. 156E12 (1,75 ha) a 154B12 (1,43 ha)



Obr.1: Mapa umístění porostních skupin (zdroj: maps.google.com)

Porostní skupiny byly, v rámci lesní správy Kácov, vybrány s ohledem na potřeby práce tak, aby byl porost dostatečně starý, dobře přístupný a jeho plocha nebyla zbytečně velká.

3.2 Měřicí pomůcky

Ke zjišťování dendrometrických dat byly použity pomůcky zapůjčené lesní správou Kácov. K měření byly použity:

- laserový dálkoměr Bushnell Vardage Pro
- elektronický výškoměr Haglöf Sweden HEC
- průměrka
- křída pro značení změřených stromů

3.3 Postup měření

Měřicí skupinu tvořili dva členové. Vedoucí měření, který zároveň plnil úlohu měřiče (poněkud atypicky v porovnání s běžnou praxí), a jeden pomocník plnící úlohu zapisovatele.

Po příchodu na místo postupovala měřicí skupina podobným způsobem jaký popisuje [Šmelko, 2000] nebo [Korf, 1953]. V přípravné fázi vedoucí skupiny s pomocí mapy obejde a seznámí se s hranicemi porostu. Dále pomůže zapisovateli připravit průměrkovací zápisník. Nakonec zkontroluje funkčnost všech měřících pomůcek a přístrojů a vyznačí si na oděvu výčetní výšku $d_{1,3}$ m pro snadnější a rychlejší měření. Nyní je pracovní skupina připravena začít se samotným měřením.

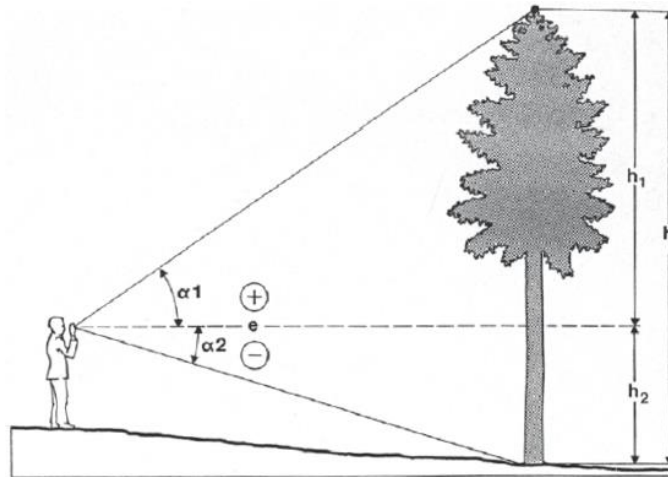
3.3.1 Celoplošné průměrkování

Terén v obou porostech byl víceméně rovinný. Směr postupu měření byl proto zvolen směrem od jihu na sever (v případě porostní skupiny 156E12) a od severu na jih (v případě porostní skupiny 154B12, směrem do mírného svahu). Postup skupiny porostem probíhá v pásech o šířce zhruba 10 m. Po změření průměru je každý strom označen svíslou šikmou čarou tak, aby při pohledu ve směru startu postupu měření bylo na první pohled viditelné, zda jsou všechny stromy opravdu změřeny a nedošlo k vynechání některého stromu. Vedoucí práce hlásí naměřené hodnoty zapisovateli, který je zapisuje do průměrkovacího zápisníku. U převládající dřeviny, kterou je v obou porostních skupinách smrk měřící pracovník hlásí pouze hodnoty naměřených tloušťek. U ostatních dřevin oznámí i název dřeviny. Zapisující pracovník zároveň zaznamenává i čas zahájení práce a čas jejího ukončení.

3.3.2 Zkusné plochy

Po dokončení celoplošného průměrkování vedoucí práce s pomocí mapy určí místa pro zkusné plochy. Jejich umístění vybírá tak, aby co nejlépe, nerovnoměrněji a nejreprezentativněji pokryly celý porost. Do každého porostu umístí čtyři kruhové, pěti arové zkusné plochy. Nyní mohou pracovníci přistoupit k vytyčení zkusné plochy. Na zvoleném místě zapíchne vedoucí pracovník do země dřevěnou tyč, na niž je přivázán provázek o délce 12,62 (poloměr kružnice o ploše 5 arů). Pomocný pracovník natáhne provázek a zatímco jde po obvodu kružnice s napnutým provázkem v ruce, značí křídou stromy, které tvoří hranici zkusné plochy. Zároveň pro lepší přehlednost

značí křížkem stromy, které již do zkusné plochy nespádají. Poté co je celý kruh uzavřen označí pracovníci všechny stromy uvnitř kružnice čísly pro větší přehlednost při měření. U každého stromu zkusné plochy změří jeho tloušťku průměrkou. Na rozdíl od plošného průměrkování porostu se při metodě zkusných ploch měří u výška každého stromu. Tu měří vedoucí pracovník pomocí dvou zařízení. Postup měření výšky je takový, že si nejdříve najde takovou pozici, aby dobře viděl jak na patu stromu, tak i na jeho špičku. Poté pomocí laserového dálkoměru změří vzdálenost mezi sebou



Obr. 2: Trigonometrický princip [van Laar, 2007]

a stromem. Tuto vzdálenost zadá do elektronického výškoměru. Nakonec zacílí výškoměr na patu stromu a na jeho špičku, čímž změří úhly, ze kterých poté v kombinaci se vzdáleností od stromu výškoměr spočítá výšku stromu. Trigonometrický princip výpočtu popisuje [van Laar, 2007] pomocí vzorce $h = e(\tan \alpha_1 - \tan \alpha_2)$, kde h je výška stromu, e je vzdálenost měřiče od stromu, α_1 je kladný úhel (nad úrovní očí měřiče) a α_2 je záporný úhel (pod úrovní očí měřiče).



Obr. 3: Rozvržení zkusných ploch v porostní skupině 156E12 (foto: maps.google.com)



Obr. 4: Rozvržení zkusných ploch v porostní skupině 154B12 (foto: maps.google.com)

4 VÝSLEDKY

Po dokončení sběru dat v terénu je nutné tato naměřená data vyhodnotit. Existují různé metody výpočtů a přístupů ke zpracování dat. Zde se soustředíme na porovnání metod výpočtu zásoby porostu pomocí objemových tabulek ÚLT a tabulek jednotných objemových křivek. Naměřené hodnoty jsou umístěny v příloze.

4.1 Výpočty pro porostní skupinu 154B12

4.1.1 Celoplošné průměrkování

4.1.1.1 Smrk

G (cm ²)	d _s (cm)	v _s (m)	JHK
891	34	29	516

Tab 1.1

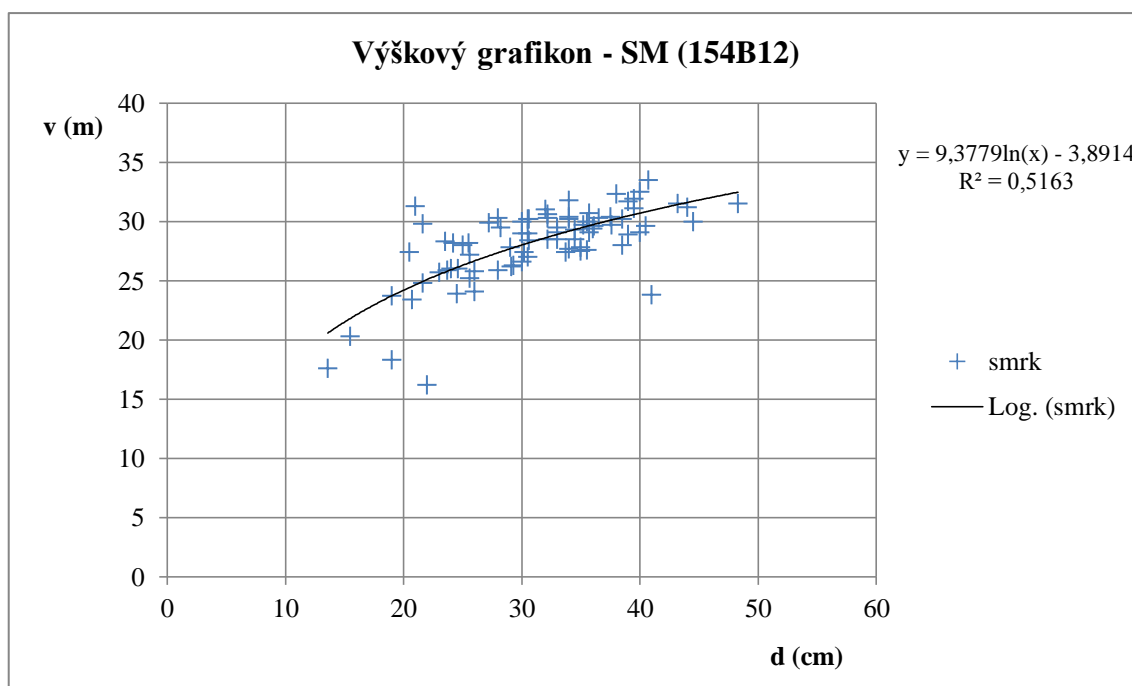
Nejprve z naměřených tloušťek vypočteme kruhové základny g jednotlivých stromů pomocí vzorce $g = \frac{\pi d^2}{4}$. Poté aritmetickým průměrem všech kruhových základů získáme kruhovou základnu dřeviny v celém porostu G .

Z té pak obráceným vzorcem $d_s = \sqrt{\frac{4G}{\pi}}$ získáme střední tloušťku porostu d_s .

Nakonec potřebujeme vypočítat střední výšku porostu v_s . Tu získáme pomocí výškového grafikonu. Korf [1953] píše: „*Poněvadž pro jednotlivé tloušťkové stupně potřebujeme znát průměrné odpovídající výšky, je nutno vyřešit vztah mezi výčetním průměrem $d_{1,3}$ a výškou v : $v = f(d_{1,3})$.*“

Tento vztah je znázorněn právě výškovým grafikonem.

Získání této funkce nám velmi usnadní použití tabulkového procesoru Excel. Postup je velmi jednoduchý. Do bodového grafu vložíme naměřené výškové hodnoty stromů, kde je zastoupeno celé spektrum tloušťkových stupňů, a z těchto bodů získáme trendovou linii, včetně její rovnice.



Graf 1

Pokud pak za x do této rovnice ($v_s = 9,3779\ln(d_s) - 3,8914$) dosadíme střední tloušťku d_s získáme střední výšku porostu v_s .

Nyní jsou nám tedy známy tyto hodnoty:

$$G = 891 \text{ cm}^2$$

$$d_s = 34 \text{ cm}$$

$$v_s = 29 \text{ m}$$

Zbývá vypočítat zásobu porostu. Toho můžeme dosáhnout dvěma způsoby. Pomocí objemových tabulek ÚLT nebo pomocí jednotkových objemových křivek (JOK).

4.1.2 Výpočet pomocí objemových tabulek ÚLT

Naměřené tloušťky stromů rozdělíme do tloušťkových stupňů. Ty jsou nejčastěji v intervalu po 2 cm nebo 4 cm [Korf, 1953]. Takže například do tloušťkového stupně 16 spadají průměry kmene 15,1 - 17 cm, pakliže se jedná o 2 cm interval. Tím získáme četnost, neboli kolik stromů je v každém tloušťkovém stupni. Poté opět pomocí rovnice získané z výškového grafikonu spočítáme vyrovnanou výšku pro každý tloušťkový stupeň tak, že za x dosadíme právě číslo tloušťkového stupně.

Dále v objemových tabulkách najdeme pro příslušný tloušťkový stupeň a vyrovnanou výšku hmotu jednoho kmene. Tu vynásobíme četností a získáme hmotu pro daný tloušťkový stupeň. Tyto hmoty nakonec sečteme, čímž získáme hmotu celé porostní skupiny.

tl.st.	četnost	vyrovnaná výška (m)	hmota 1 kmene (m ³)	hmota celkem (m ³)
14	5	21	0,16	0,8
16	13	22	0,23	2,99
18	27	23	0,30	8,1
20	38	24	0,38	14,44
22	37	25	0,48	17,76
24	46	26	0,59	27,14
26	62	27	0,71	44,02
28	46	27	0,81	37,26
30	54	28	0,95	51,3
32	53	29	1,11	58,83
34	62	29	1,24	76,88
36	49	30	1,42	69,58
38	44	30	1,57	69,08
40	41	31	1,78	72,98
42	34	31	1,93	65,62
44	17	32	2,16	36,72
46	19	32	2,33	44,27
48	22	32	2,50	55
50	5	33	2,76	13,8
52	6	33	2,93	17,58
54	6	34	3,23	19,38
56	2	34	3,43	6,86
58	1	34	3,62	3,62
60	2	35	3,94	7,88
62	2	35	4,13	8,26
64	0	35	4,37	0
66	1	35	4,58	4,58
68	1	36	4,92	4,92
			Celkem (m³)	839,65
			na 1 ha (m ³)	587,17

Tab 1.2: Výpočet pomocí objemových tabulek (SM)

4.1.3 Výpočet pomocí jednotných objemových křivek

Postup je podobný jako u objemových tabulek. Stejným způsobem jako u předešlé metody zjistíme kruhovou základnu G , střední tloušťku d_s a střední výšku v_s . Pomocí střední výšky a tloušťky pak v tabulce pro zjištění hmot porostů pro příslušnou dřevinu najdeme číslo JHK. Objem jednoho stromu je pak v tabulkách průsečíkem čísla JHK a tloušťkového stupně. Další postup je totožný s metodou objemových tabulek. Drobný rozdíl je, že tabulky objemových křivek používají tloušťkové stupně s intervalem 4 cm.

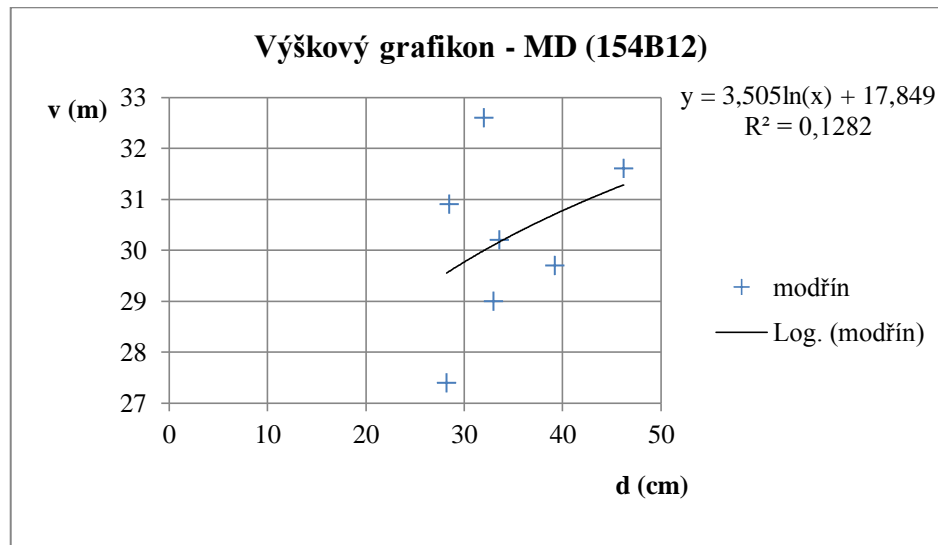
tl.st.	četnost	hmota 1 kmen (m ³)	hmota celkem (m ³)
14	13	0,13	1,69
18	56	0,26	14,56
22	63	0,44	27,72
26	115	0,67	77,05
30	108	0,94	101,52
34	115	1,26	144,9
38	88	1,60	140,8
42	63	1,97	124,11
46	39	2,35	91,65
50	18	2,74	49,32
54	9	3,16	28,44
58	4	3,58	14,32
62	2	4,01	8,02
66	2	4,45	8,9
		Celkem (m³)	833
		na 1 ha (m ³)	582,51

Tab 1.3: Výpočet pomocí JOK (SM)

4.1.3.1 Modřín

G (cm ²)	d _s (cm)	v _s (m)	JHK
1477,61	43	31	513

Tab 2.1



Graf 2

tl.st.	četnost	vyrovnaná výška (m)	hmota 1 kmene (m ³)	hmota celkem (m ³)
24	1	29	0,72	0,72
26	1	29	0,82	0,82
28	2	30	0,96	1,92
30	0	30	1,07	0
32	0	30	1,18	0
34	4	30	1,29	5,16
36	1	30	1,41	1,41
38	1	31	1,61	1,61
40	0	31	1,73	0
42	3	31	1,86	5,58
44	2	31	1,99	3,98
46	2	31	2,12	4,24
48	1	31	2,26	2,26
50	2	32	2,52	5,04
52	2	32	2,67	5,34
58	1	32	3,14	3,14
72	1	33	4,47	4,47
			Celkem (m³)	45,69
			na 1 ha (m³)	31,95

Tab 2.2: Výpočet pomocí objemových tabulek (MD)

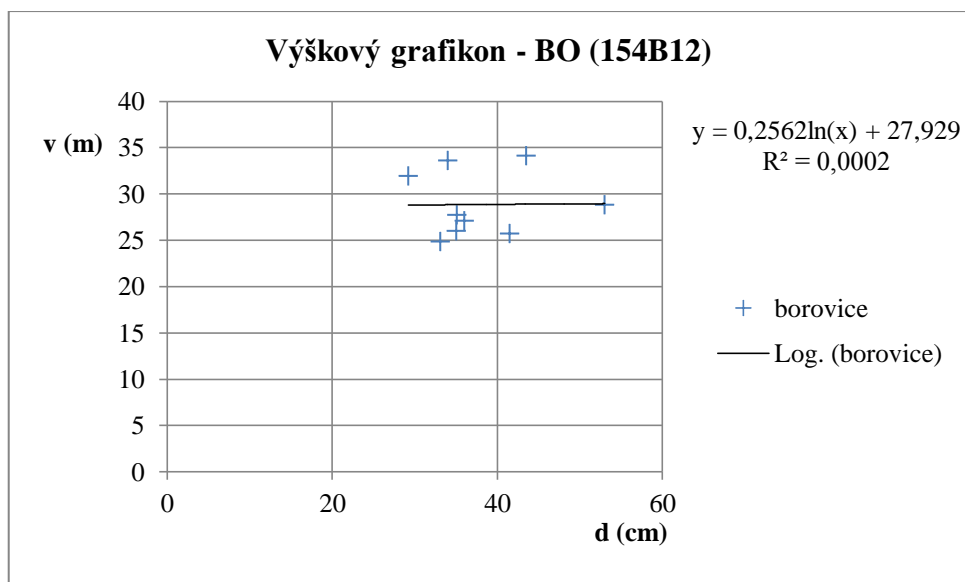
tl.st.	četnost	hmota 1 kmen (m ³)	hmota celkem (m ³)
22	1	0,4	0,4
26	1	0,61	0,61
30	2	0,86	1,72
34	5	1,14	5,7
38	1	1,46	1,46
42	4	1,80	7,2
46	3	2,14	6,42
50	3	2,51	7,53
54	2	2,89	5,78
58	1	3,29	3,29
62	0	0	0
66	0	0	0
70	1	4,48	4,48
		Celkem (m³)	44,59
		na 1 ha (m ³)	31,18

Tab 2.3: Výpočet pomocí JOK (MD)

4.1.3.2 Borovice

G (cm ²)	d _s (cm)	v _s (m)	JHK
1462,38	43	29	419

Tab 3.1



Graf 3

tl.st.	četnost	vyrovnaná výška (m)	hmota 1 kmene (m ³)	hmota celkem (m ³)
28	1	29	0,79	0,79
30	1	29	0,90	0,9
32	2	29	1,02	2,04
34	3	29	1,15	3,45
36	2	29	1,29	2,58
38	2	29	1,44	2,88
40	8	29	1,60	12,8
42	4	29	1,76	7,04
44	2	29	1,93	3,86
46	2	29	2,11	4,22
48	1	29	2,30	2,3
50	4	29	2,49	9,96
52	1	29	2,69	2,69
54	2	29	2,91	5,82
56	1	29	3,12	3,12
58	1	29	3,35	3,35
			Celkem (m³)	67,8
			na 1 ha (m ³)	47,41

Tab 3.2: Výpočet pomocí objemových tabulek (BO)

tl.st.	četnost	hmota 1 kmen (m ³)	hmota celkem (m ³)
30	2	0,83	1,66
34	7	1,11	7,77
38	6	1,42	8,52
42	10	1,80	18
46	2	2,18	4,36
50	5	2,62	13,1
54	3	3,10	9,3
58	2	3,60	7,2
		Celkem (m³)	69,91
		na 1 ha (m ³)	48,89

Tab 3.3: Výpočet pomocí JOK (BO)

4.1.4 Zkusné plochy

4.1.4.1 Smrk

Výškový grafikon viz. graf. 1

G (cm ²)	d _s (cm)	v _s (m)	JHK
810,61	32	29	517

Tab 4.1.

tl.st.	četnost	vyrovnaná výška (m)	hmota 1 kmene (m ³)	hmota celkem (m ³)
14	1	21	0,16	0,16
16	1	22	0,23	0,23
18	2	23	0,30	0,6
20	3	24	0,38	1,14
22	4	25	0,48	1,92
24	7	26	0,59	4,13
26	5	27	0,71	3,55
28	5	27	0,81	4,05
30	11	28	0,95	10,45
32	7	29	1,11	7,77
34	9	29	1,24	11,16
36	8	30	1,42	11,36
38	7	30	1,57	10,99
40	7	31	1,78	12,46
42	0	31	1,93	0
44	3	32	2,16	6,48
46	0	32	2,33	0
48	1	32	2,50	2,5
			Celkem (m³)	88,95
			na 1 ha(m ³)	444,75
			porost (1,43ha) (m³)	635,99

Tab 4.2: Výpočet pomocí objemových tabulek (SM)

tl.st.	četnost	hmota 1 kmen (m ³)	hmota celkem (m ³)
14	2	0,13	0,26
18	2	0,26	0,52
22	10	0,45	4,5
26	12	0,69	8,28
30	14	0,97	13,58
34	21	1,29	27,09
38	13	1,65	21,45
42	5	2,02	10,1
46	1	2,42	2,42
50	1	2,82	2,82
Celkem (m³)			91,02
na 1 ha(m ³)			455,1
porost (1,43ha) (m³)			650,79

Tab 4.3: Výpočet pomocí JOK (SM)

4.1.4.2 Modřín

Výškový grafikon viz. Graf 2

G (cm ²)	d _s (cm)	v _s (m)	JHK
955,52	35	30	517

Tab 5.1

tl.st.	četnost	vyrovnaná výška (m)	hmota 1 kmene (m ³)	hmota celkem (m ³)
28	2	30	0,96	1,92
30	0	30	0	0
32	2	30	1,18	2,36
34	1	30	1,29	1,29
36	0	30	0	0
38	0	31	0	0
40	1	31	1,73	1,73
42	0	31	0	0
44	0	31	0	0
46	1	31	2,12	2,12
Celkem (m³)			9,42	9,42
na 1 ha(m ³)				47,10
porost (1,43ha) (m³)				67,35

Tab 5.2: Výpočet pomocí objemových tabulek (MD)

tl.st.	četnost	hmota 1 kmen (m ³)	hmota celkem (m ³)
30	3	0,97	2,91
34	2	1,29	2,58
38	1	1,65	1,65
42	0	2,02	0
46	1	2,42	2,42
Celkem (m³)			9,56
na 1 ha(m ³)			47,8
porost (1,43ha) (m³)			68,35

Tab 5.3: Výpočet pomocí JOK (MD)

4.1.4.3 Borovice

Výškový grafikon viz. Graf 3

G (cm ²)	d _s (cm)	v _s (m)	JHK
1158,38	38	29	420

Tab 6.1

tl.st.	četnost	vyrovnaná výška (m)	hmota 1 kmene (m ³)	hmota celkem (m ³)
30	1	29	0,9	0,9
32	0	29	0	0
34	3	29	1,15	3,45
36	2	29	1,29	2,58
38	0	29	0	0
40	0	29	0	0
42	1	29	1,76	1,76
44	1	29	1,93	1,93
46	0	29	0	0
48	0	29	0	0
50	0	29	0	0
52	1	29	2,69	2,69
Celkem (m³)			13,31	
na 1 ha(m ³)			66,55	
porost (1,43ha) (m³)			95,17	

Tab 6.2: Výpočet pomocí objemových tabulek (BO)

tl.st.	četnost	hmota 1 kmen (m ³)	hmota celkem (m ³)
30	1	0,85	0,85
34	5	1,14	5,7
38	0	1,46	0
42	2	1,84	3,68
46	0	0	0
50	0	0	0
54	1	3,18	3,18
		Celkem (m³)	13,41
		na 1 ha(m ³)	67,05
		porost (1,43ha) (m³)	95,88

Tab 6.3: Výpočet pomocí JOK (BO)

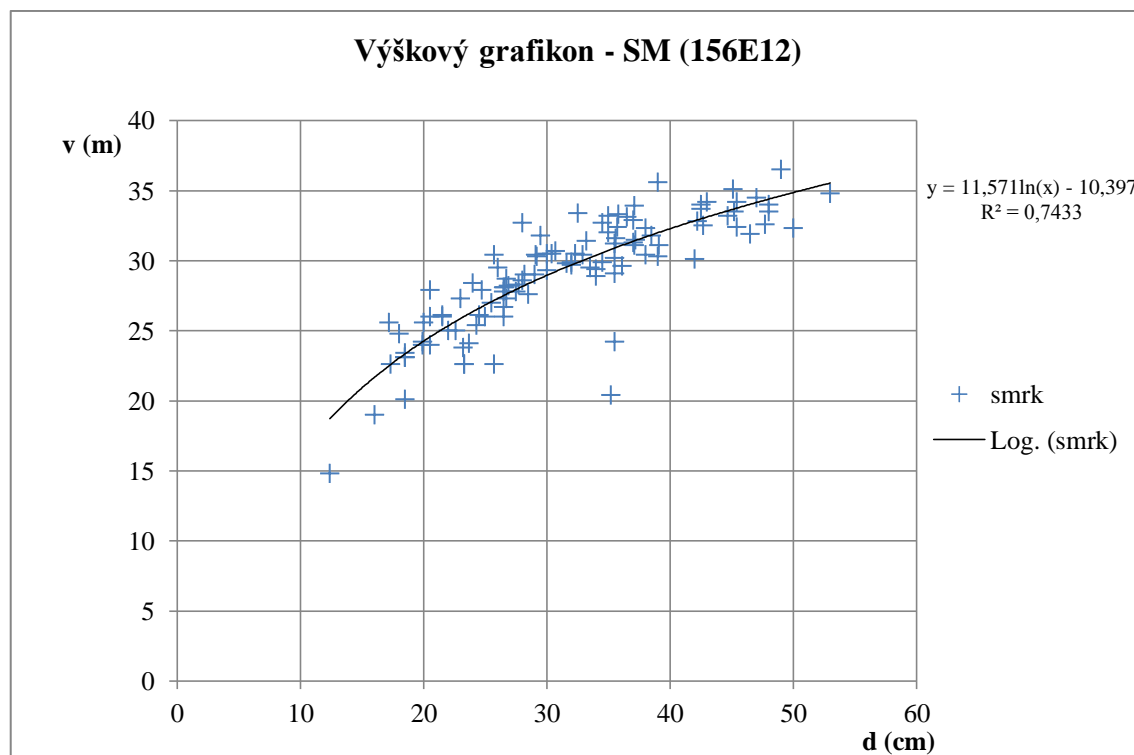
4.2 Výpočty pro porostní skupinu 156E12

4.2.1 Celoplošné průměrkování

4.2.1.1 Smrk

G (cm ²)	d _s (cm)	v _s (m)	JHK
859,82	33	30	517

Tab 7.1



Graf 4

tl.st.	četnost	vyrovnaná výška (m)	hmota 1 kmene (m ³)	hmota celkem (m ³)
10	2	16	0,05	0,1
12	2	18	0,10	0,2
14	7	20	0,16	1,12
16	21	22	0,23	4,83
18	41	23	0,30	12,3
20	60	24	0,38	22,8
22	50	25	0,48	24
24	61	26	0,59	35,99
26	58	27	0,71	41,18
28	70	28	0,84	58,8
30	69	29	0,99	68,31
32	59	30	1,15	67,85
34	53	30	1,28	67,84
36	62	31	1,47	91,14
38	58	32	1,68	97,44
40	63	32	1,83	115,29
42	26	33	2,06	53,56
44	30	33	2,23	66,9
46	28	34	2,48	69,44
48	16	34	2,66	42,56
50	11	35	2,93	32,23
52	13	35	3,12	40,56
54	7	36	3,42	23,94
56	3	36	3,63	10,89
58	0	37	3,95	0
60	2	37	4,16	8,32
			Celkem (m³)	1057,59
			na 1 ha(m ³)	604,32

Tab 7.2: Výpočet pomocí objemových tabulek (SM)

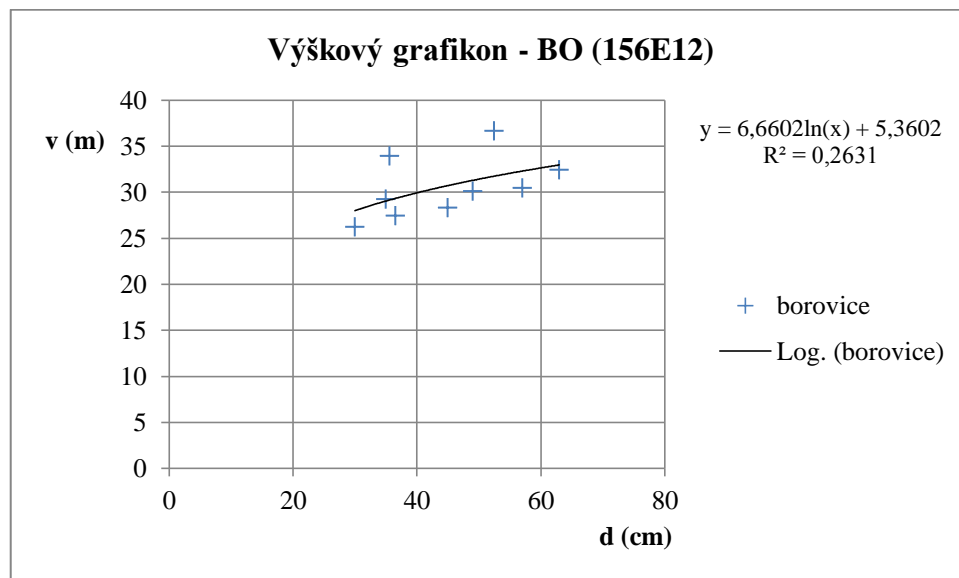
tl.st.	četnost	hmota 1 kmen (m ³)	hmota celkem (m ³)
10	2	0,04	0,08
14	15	0,13	1,95
18	88	0,26	22,88
22	111	0,45	49,95
26	124	0,69	85,56
30	129	0,97	125,13
34	113	1,29	145,77
38	116	1,65	191,4
42	84	2,02	169,68
46	43	2,42	104,06
50	28	2,82	78,96
54	17	3,25	55,25
58	0	3,69	0
62	2	4,13	8,26
		Celkem (m³)	1038,85
		na 1 ha(m ³)	593,63

Tab 7.3: Výpočet pomocí JOK (SM)

4.2.1.2 Borovice

G (cm ²)	d _s (cm)	v _s (m)	JHK
1591,11	45	31	421

Tab 8.1



Graf 5

tl.st.	četnost	vyrovnaná výška (m)	hmota 1 kmene (m ³)	hmota celkem (m ³)
14	1	23	0,16	0,16
30	1	28	0,87	0,87
32	0	28	0,99	0
34	5	29	1,15	5,75
36	7	29	1,29	9,03
38	2	30	1,49	2,98
40	2	30	1,65	3,3
42	2	30	1,82	3,64
44	4	31	2,06	8,24
46	4	31	2,25	9
48	1	31	2,46	2,46
50	5	31	2,66	13,3
52	2	32	2,96	5,92
54	2	32	3,20	6,4
56	2	32	3,43	6,86
58	1	32	3,68	3,68
60	0	33	0,00	0
62	0	33	0,00	0
64	2	33	4,59	9,18
			Celkem (m³)	90,77
			na 1 ha(m ³)	51,87

Tab 8.2: Výpočet pomocí objemových tabulek (BO)

tl.st.	četnost	hmota 1 kmen (m ³)	hmota celkem (m ³)
14	1	0,12	0,12
30	1	0,88	0,88
34	9	1,17	10,53
38	5	1,50	7,5
42	6	1,90	11,4
46	5	2,31	11,55
50	7	2,75	19,25
54	5	3,25	16,25
58	2	3,77	7,54
62	1	4,34	4,34
66	1	4,96	4,96
		Celkem (m³)	94,32
		na 1 ha(m ³)	53,90

Tab 8.3: Výpočet pomocí JOK (BO)

4.2.2 Zkusné plochy

4.2.2.1 Smrk

Výškový grafikon viz. Graf 4

G (cm ²)	d _s (cm)	v _s (m)	JHK
837,52	33	30	517

Tab 9.1

tl.st.	četnost	vyrovnaná výška (m)	hmota 1 kmene (m ³)	hmota celkem (m ³)
10	0	16	0,05	0
12	1	18	0,10	0,1
14	0	20	0,16	0
16	1	22	0,23	0,23
18	8	23	0,30	2,4
20	6	24	0,38	2,28
22	5	25	0,48	2,4
24	9	26	0,59	5,31
26	12	27	0,71	8,52
28	7	28	0,84	5,88
30	7	29	0,99	6,93
32	6	30	1,15	6,9
34	8	30	1,28	10,24
36	12	31	1,47	17,64
38	8	32	1,68	13,44
40	1	32	1,83	1,83
42	6	33	2,06	12,36
44	1	33	2,23	2,23
46	6	34	2,48	14,88
48	4	34	2,66	10,64
50	1	35	2,93	2,93
52	1	35	3,12	3,12
54	0	36	3,42	0
56	0	36	3,63	0
58	0	37	3,95	0
60	0	37	4,16	0
			Celkem (m³)	130,26
			na 1 ha(m ³)	651,30
			porost (1,75ha) (m³)	1139,78

Tab 9.2: Výpočet pomocí objemových tabulek (SM)

tl.st.	četnost	hmota 1 kmen (m ³)	hmota celkem (m ³)
14	2	0,13	0,26
18	11	0,26	2,86
22	13	0,45	5,85
26	20	0,69	13,8
30	13	0,97	12,61
34	19	1,29	24,51
38	13	1,65	21,45
42	6	2,02	12,12
46	10	2,42	24,2
50	2	2,82	5,64
54	1	3,25	3,25
		Celkem (m³)	126,55
		na 1 ha(m ³)	632,75
		porost (1,75ha) (m³)	1107,31

Tab 9.3: Výpočet pomocí JOK (SM)

4.2.2.2 Borovice

Výškový grafikon viz. Graf 5

G (cm ²)	d _s (cm)	v _s (m)	JHK
1518,91	44	31	421

Tab 10.1

tl.st.	četnost	vyrovnaná výška (m)	hmota 1 kmene (m ³)	hmota celkem (m ³)
34	1	30	1,19	1,19
36	1	31	1,38	1,38
38	0	31	0	0
40	0	31	0	0
42	0	32	0	0
44	1	32	2,13	2,13
46	0	32	0	0
48	1	32	2,53	2,53
50	0	32	0	0
52	1	33	3,05	3,05
		Celkem (m³)	10,28	
		na 1 ha(m ³)	51,40	
		porost (1,75ha) (m³)	89,95	

Tab 10.2: Výpočet pomocí objemových tabulek (BO)

tl.st.	četnost	hmota 1 kmen (m ³)	hmota celkem (m ³)
34	2	1,17	2,34
38	0	1,50	0
42	0	1,90	0
46	1	2,31	2,31
50	1	2,75	2,75
54	1	3,25	3,25
		Celkem (m³)	10,65
		na 1 ha(m ³)	53,25
		porost (1,75ha) (m³)	93,19

Tab 10.3: Výpočet pomocí JOK (BO)

4.3 Shrnutí výsledků

4.3.1 Porostní skupina 154B12

		SM		MD		BO	
		obj. tab.	JOK	obj. tab.	JOK	obj. tab.	JOK
Celoplošné průměrkování	Celkem (m ³)	839,65	833	45,69	44,59	67,8	69,91
	na 1 ha (m ³)	587,17	582,51	31,95	31,18	47,41	48,89
Zkusné plochy	Celkem (m ³)	88,95	91,02	9,42	9,56	13,31	13,41
	na 1 ha (m ³)	444,75	455,1	47,1	47,8	66,55	67,05
	porost (m ³)	635,99	650,79	67,35	68,35	95,17	95,88

Tab 11.1: Souhrnná tabulka výpočtů pro porostní skupinu 154B12

	zásoba skut. (m ³)	zásoba tab. (m ³)	Redukovaná plocha	zastoupení	zakmenění
SM	587,17	660	0,89	86,41%	
MD	31,95	620	0,05	4,85%	
BO	47,41	540	0,09	8,74%	
Σ			1,03	100,00%	10

Tab 11.2: Výpočet zastoupení a zakmenění

4.3.2 Porostní skupina 156E12

		SM		BO	
		obj. tab.	JOK	obj. tab.	JOK
Celoplošné průměrkování	Celkem (m ³)	1057,59	1038,85	90,77	94,32
	na 1 ha (m ³)	604,32	593,63	51,87	53,9
Zkusné plochy	Celkem (m ³)	130,26	126,55	10,28	10,65
	na 1 ha (m ³)	651,3	632,75	51,4	53,25
	porost (m ³)	1139,78	1107,31	89,95	93,19

Tab 12.1: Souhrnná tabulka výpočtů pro porostní skupinu 156E12

	zásoba skut. (m ³)	zásoba tab. (m ³)	Redukovaná plocha	zastoupení	zakmenění
SM	604,34	680	0,89	90,86%	
BO	51,87	580	0,09	9,14%	
Σ			0,98	100,00%	10

Tab 12.2: Výpočet zastoupení a zakmenění

4.3.3 Srovnání s údaji z LHP

Pro srovnání mezi naměřenými hodnotami a hodnotami uvedenými v LHP, byla pro zjednodušení, jako referenční zvolena metoda objemových tabulek. Použitý koeficient pro přepočtení objemu hmoty s kůrou na objem hmoty bez kůry pro jehličnaté dřeviny je 0,90909, v souladu s vyhláškou MZe č. 84/ 1996 Sb.

	zastoupení (%)	výčetní tloušťka (cm)	výška (m)	zásoba v m ³ b.k.	
				na 1 ha	celkem
SM	85	31	27	453	648
BO	8	37	27	35	51
MD	7	39	30	39	55
			Σ	527	754

Tab 13.1: Údaje z LHP, porostní skupina 154B12

	celoplošné průměrkování		zkusné plochy	
	na 1 ha	celkem	na 1 ha	celkem
SM	587,17	839,65	444,75	635,99
MD	31,95	45,69	47,1	67,35
BO	47,41	67,8	66,55	95,17
Σ s.k. (m3)	667	953	558,4	798,51
Σ b.k.(m3)	606	866	508	726

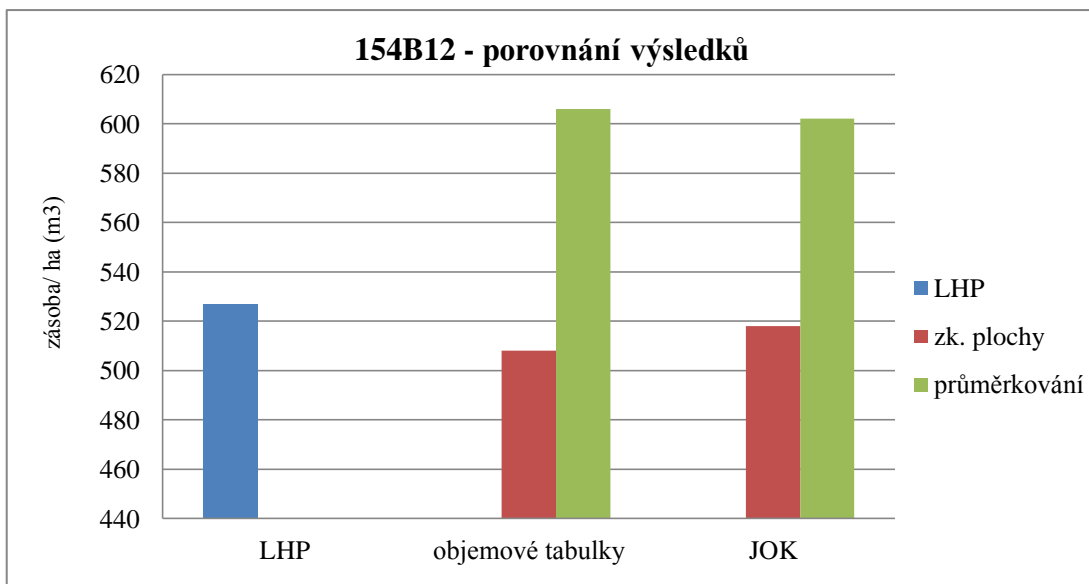
Tab 13.2: Hodnoty vypočtené pomocí objemových tabulek, 154B12

	zastoupení (%)	výčetní tloušťka (cm)	výška (m)	zásoba v m3 b.k.	
				na 1 ha	celkem
SM	90	33	29	427	748
BO	10	38	28	37	65
			Σ	464	813

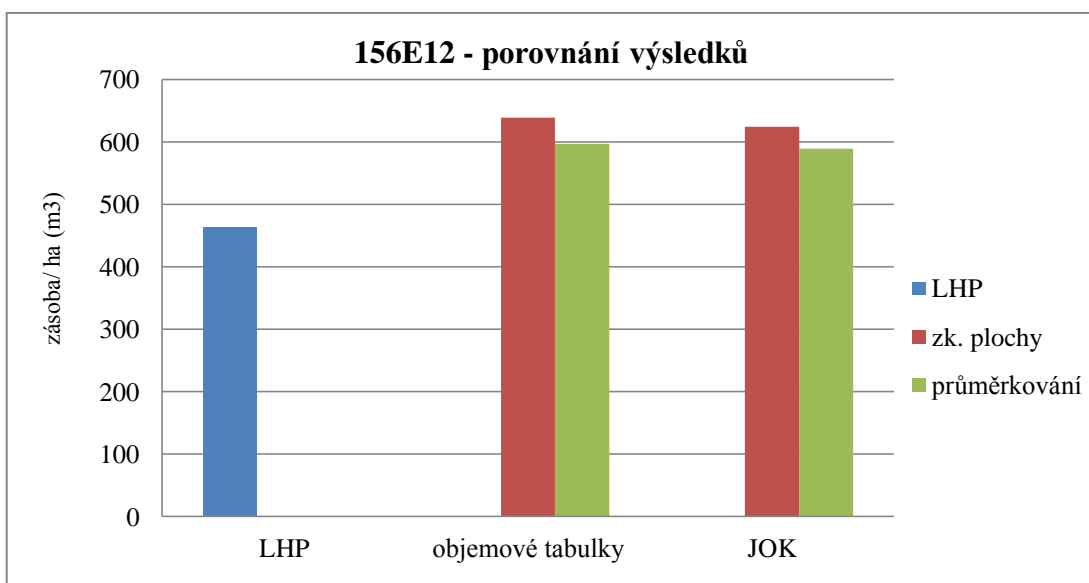
Tab 13.3: Údaje z LHP, porostní skupina 156E12

	celoplošné průměrkování		zkusné plochy	
	na 1 ha	celkem	na 1 ha	celkem
SM	604,32	1057,59	651,3	1139,78
BO	51,87	90,77	51,4	89,95
Σ s.k.(m3)	656	1148	702,7	1229,73
Σ b.k.(m3)	597	1044	639	1118

Tab 13.4: Hodnoty vypočtené pomocí objemových tabulek, 156E12



Graf 6.1: Grafické znázornění zásoby porostu na 1 ha na ploše 154B12



Graf 6.2: Grafické znázornění zásoby porostu na 1 ha na ploše 156E12

5 ZÁVĚR

Ze získaných dentrometrických údajů vyplývá, že rozdíly mezi dvěma metodami výpočtu, metodou objemových tabulek a metodou jednotných objemových křivek, jsou poměrně malé. Tyto rozdíly se pohybují se v řádech jednotek m^3 a nejsou proto nikterak zásadní.

Odchytky mezi metodou celoplošného průměrkování a metodou zkusných ploch jsou již výraznější. Rozdíly mezi těmito metodami dosahují hodnot desítek m^3 . V porostní skupině 154B12 jsou výsledky zásoby hlavní dřeviny smrku, u metody zkusných ploch výrazně nižší než výsledky metody celoplošného průměrkování, zatímco v porostní skupině 156E12 je tomu naopak, i když zde rozdíl není tak výrazný. Zde jsou výsledné hodnoty metody zkusných ploch vyšší. Hodnoty vedlejších dřevin se v porostní skupině 156E12 pohybují u obou metod na přibližně stejné úrovni. V porostní skupině 154B12 jsou výsledky opět poměrně hodně rozdílné.

Fakt, že se výsledky metody zkusných ploch a metody celoplošného průměrkování tak hodně liší právě v porostní skupině 154B12, zatímco ve skupině 156E12 nejsou tak výrazné, je pravděpodobně způsoben umístěním zkusných ploch v porostu a tím, že porost není úplně homogenní. Při umístění zkusných ploch může náhodně dojít k tomu, že část zkusné plochy zasahuje do více mezernaté části porostu nebo do jeho okrajové části. Tato porostní část navíc není příliš rozlehlá a díky tomu že je nutné zkusné plochy rozmístit pokud možno rovnoměrně po celém porostu a zároveň se vyhnout jeho okrajům, tak nevyhnutelně dochází i k obsazení mezernatých částí do zkusných ploch. Dalším významným faktorem je fakt, že tato porostní skupina sousedí se pozemní komunikací, takže se zde uplatňuje okrajový efekt [Šálek, nepublikováno]. Tento efekt způsobuje, že obecně při okrajích hospodářských lesů je větší koncentrace hmoty, kterou zkusné plochy nemohou postihnout. Přesnějšího výsledku by se dalo dosáhnout umístěním více zkusných ploch. To je ale v tomto a podobných případech nemožné, z důvodu malé plochy porostu kam by více zkusných ploch nešlo fyzicky umístit.

Při srovnání zjištěných hodnot s LHP je jasné, že tento je podceněn. Uvedená zásoba i zakmenění jsou menší než jaká je skutečnost. Tento úkaz se vyskytuje často a je ostatně jedním z důvodů proč se měření v terénu provádí.

Zjištěné výsledky tedy potvrzují v literatuře [Korf, 1953], [Šmělko, 2000], [van Laar, 2007] uváděný fakt, že zatímco celoplošné průměrkování je časově náročné, tudíž drahé a namáhavé, je mnoha, hlavně extrémních, případech nejpřesnější a někdy i jedinou použitelnou metodou. Výhodami zkusných ploch jsou jednoduchost, rychlost a dobrá přesnost. Tyto vlastnosti ovšem potřebují příznivé podmínky. Na malých územních celcích jakými byly měřené porostní skupiny mohou zkusné plochy fungovat jen za určitých podmínek. Zatímco v porostní skupině 156E12, která byla poměrně homogenní, dosáhla metoda zkusných ploch dobrých výsledků, z ní vypočítaná zásoba byla blížila hodnotě získané průměrkováním, tak v druhé porostní skupině 154B12, která obsahovala části s nízkým zakmeněním a byla zatížena okrajovým efektem by získané údaje velmi rozdílné. Při výběru metody měření je tedy nejpodstatnější vyhodnotit správně situaci, zvážit všechna pro a proti a poté vybrat metodu, která je pro dané podmínky způsobila a spolehlivá.

6 SEZNAM LITERATURY

DEMEK, J. *Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČSR*. Brno: Akademia, 1987, 584 s.

KORF, Václav. *Dendrometrie*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1953, 327 s.

Lesní hospodářský plán LHC Kácov, na období 2011-2020. Lesprojekt Stará Boleslav s.r.o.

SIMON, Jaroslav a VACEK, Stanislav. *Hospodářská úprava lesů: Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 126 s. ISBN 978-80-7375-131-9.

ŠMELKO, Štefan. *Dendrometria*. Zvolen: Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 2000, 399 s. ISBN 80-228-0962-4.

VAN LAAR, Anthonie a ALPARSLAN, Akça. *Forest Mensuration*. Dordrecht: Springer, 2007, 383 s. ISBN-13 978-1-4020-5991-9.

Vyhláška MZe č. 83/1996 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů

Vyhláška MZe č. 84/1996 Sb., o lesním hospodářském plánování

Zákon MZe č. 289/1995 Sb, o lesích