

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra hospodářské úpravy lesů



Bakalářská práce

**Zjištění základních dendrometrických parametrů lesního porostu
pomocí moderního elektronického vybavení**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vilém Urbánek

Michal Hanuš

2011

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra hospodářské úpravy lesů

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Hanuš Michal

Lesnictví

Název práce

Zjištění základních dendrometrických parametrů lesního porostu pomocí moderního elektronického vybavení

Anglický název

Forest stand mensuration using electronic tools for data collecting

Cíle práce

V lesní porostu, v němž se směřuje k přechodu na výběrný způsob hospodaření, zaměřit stromové pozice a zjistit základní dendrometrické parametry. Ke sběru dat využít elektronických přístrojů (elektronická průměrka, výškoměry VERTEX III a VERTEX LASER, terénní počítač a ruční záměrnou buzolku.

Kancelářsky zpracovat terénní data, graficky znázornit pozice jednotlivých stromů.

Stanovit taxační parametry porostu a posoudit je s ohledem na směřování zájmového území k porostu s bohatší strukturou a výběrnému způsobu hospodaření.

Metodika

Pořízení porostních dat v primárně digitální podobě prostřednictvím elektronických sběračů dat: Zjišťování poloh stromů pomocí kombinace elektronického dálkoměru a ruční buzolky, registrace tlouštěk elektronickou průměrkou Mantax Digitech, změření všech stromových výšek pomocí výškoměru Vertex Laser

Úprava, rekalkulace, analýza a grafické zobrazení pořízených datových souborů

Určení aktuálních taxačních parametrů celého porostu (střední parametry pro jednotlivé dřeviny i sumární údaje za porost)

Zhodnocení časové a personální náročnosti metody a posouzení efektivnosti pořizování dat z hlediska provozní využitelnosti dosažených výsledků

Grafické prezentace pořízených dat a stručný komentář k výsledkům šetření ve vztahu v porostní struktuře

Harmonogram zpracování

2009-2010 - Pořízení terénních dat

IX-XII. 2010 - zpracování grafických a numerických dat

Rozsah textové části

30

Klíčová slova

Měření stojících stromů, zjišťování stromových pozic, elektronické vytyčování zkušných ploch, zjišťování den

Doporučené zdroje informací

Korf, V a kol. 1972: Dendrometrie. SZN Praha, 371 s.

Šmelko, Š, 2000: Dendrometrie. Technická univerzita, Zvolen, 399 s.

Originální návody k použití jednotlivých přístrojů (Haglöf Sweden AB)

Díla HÚL pro danou lokalitu:

LHP pro daný LHC

Oblastní plán rozvoje lesů, ÚHÚL

Vedoucí práce

Urbánek Vilém, Ing.

Termín odevzdání

duben 2011



doc. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Děkan fakulty

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji na svou čest, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením pana Ing. Viléma Urbánka. K práci jsem použil literaturu uvedenou v seznamu.

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

Děkuji panu Ing. Vilému Urbánkovi a panu doc. Ing. Róbertovi Marušákovi, Ph.D za pomoc při zpracování bakalářské práce. Poděkování patří také Liboru Maryškovi a Pavlíně Zbrojové za spolupráci při měření v terénu.

Resumé

Cílem této práce je vyzkoušet a ověřit použití kombinace moderních dendrometrických přístrojů k získání souřadnic a dendrometrických veličin stromů v porostu, který směřuje k výběrnému hospodářskému způsobu.

Díky spojení digitální průměrky Mantax digitech, výškoměru Vertex Laser, Vertex III, kapesního počítače Trimble Recon a buzoly lze určit pozice stromů v souřadnicovém systému a k jednotlivým stromům přiřadit hodnoty o jejich výčetní tloušťce a výšce. V budoucnu je možné stromy podle souřadnic najít, přeměřit jejich parametry a určit přírůst.

Abstrakt

The aim of this thesis is to test and verify the usage of combination of modern forest mensuration units compassing coordinates and forest characteristics of trees in forest stand, which leads to selection forests management.

By doing of a special electronic caliper Mantax digitech, Vertex Laser and Vertex III hypsometers, Trimble Recon PDA and a compass it is possible to locate the tree in the coordinate system and to allocate each tree with its degree of diameter at breast height and height. In future it is also possible to localize the trees according to the coordinates, remeasure its proportions and figure out the increment.

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce.....	3
3. Literární rešerše	4
3.1 Výběrný hospodářský způsob.....	4
3.1.1 Charakteristika výběrného lesa.....	4
3.1.2 Struktura a vlastnosti výběrného lesa	5
3.1.2 Přestavba na výběrný způsob.....	6
3.2 Dendrometrické pomůcky a přístroje	7
3.2.1 Tloušťka příčného řezu a přístroje pro její zjišťování	7
3.2.2 Výška stromu a přístroje pro její zjišťování	9
3.2.3 Kapesní počítač Trimble Recon.....	12
3.3 Základní charakteristiky vnitřní struktury porostu	13
3.3.1 Zakmenění porostu	13
3.3.2 Zastoupení dřevin	13
3.3.3 Tloušťková struktura porostu.....	14
3.3.3.1 Statistické charakteristiky tloušťkové struktury porostu	14
3.3.3.2 Střední tloušťka porostu.....	14
3.3.3.3 Horní tloušťka porostu.....	16
3.3.4 Charakteristika výškové struktury porostu	16
3.3.4.1 Výšková křivka porostu	16
3.3.5 Střední a horní výška porostu	17
3.3.6 Metoda výpočtu zásoby porostu	17
3.3.6.1 Metoda objemových tabulek.....	18
4. Charakteristika oblasti	19
4.1 Orografické poměry – PLO 21 – Jizerské hory a Ještěd.....	19
4.2 Soubory lesních typů	20

4.3	Růstové poměry	20
4.4	Geologické poměry	21
4.5	Pedologické poměry	22
4.6	Klimatické poměry	22
4.7	Hydrologické poměry	22
4.8	Popis porostní skupiny 526 C _{10/1}	23
4.9	Popis dominantních dřevin	25
5.	Metodika	27
5.1	Přístroje pro měření v terénu	27
5.2	Kalibrace	27
5.3	Postup měření	27
5.4	Zpracování dat	29
5.5	Výměra území	30
6.	Výsledky a diskuze	31
6.1	Výpočty pro dřevinu SM	31
6.1.1	Tloušťková struktura	31
6.1.2	Výšková struktura	33
6.1.2.1	Vyrovnání výšek	34
6.1.3	Výpočet zásoby porostu	35
6.2	Výpočty pro dřeviny BK, BR a JV	36
6.2.1	Tloušťková struktura	36
6.2.2	Výšková struktura	38
6.2.2.1	Vyrovnání výšek	39
6.2.3	Výpočet zásoby porostu	40
6.3	Další charakteristiky porostu	41

6.4 Závěrečná shrnutí.....	42
6.4.1 Tloušťková struktura.....	42
6.4.3 Výšková struktura	42
6.4.3 Zásoba celkem	43
6.5 Časová náročnost	44
7. Závěr	45
8. Seznam použité literatury	46
8.1 Literatura.....	46
8.2 Internetové zdroje	47
9. Přílohy.....	48

1. ÚVOD

Dendrometrie pojednává o lesnických důležitých veličinách stromů a celých porostů, o vzájemných vztazích mezi nimi a o metodách, přístrojích a pomůckách vhodných na jejich zjišťování a hodnocení. Jedná se především o stanovení rozměrů a objemu vytěženého dřeva, o určování veličin charakterizujících jednotlivé stromy, lesní porosty a jejich soubory, zejména tloušťkovou a výškovou strukturu, dřevní zásobu, její kvalitu, dřevní, sortimentové i hodnotové složení, jako i o kvantifikaci a monitorování změn (růstu a přírůstu) dendrometrických veličin v čase. V současnosti se obsah dendrometrie chápe u nás i ve světě v tomto širším pojetí (Šmelko 2000).

Dendrometrie je bezesporu základním pilířem hospodářské úpravy lesů při řešení všech produkčních, ekonomických i technických problémů. Údaje o věku porostů, o hmotách porostů a jejich dílčích veličinách, o přírůstu atd. jsou základními informacemi, o něž se opírá hospodářsko-úpravnické plánování a těžební regulace. Využití dendrometrických metod je však velmi podstatné i v dalších oblastech lesního hospodářství, např. v těžbě při evidenci a měření sortimentů vyráběných v lese. Velmi významně se dendrometrická šetření uplatnila zejména v poslední době v pěstování lesů, kde stanovené základní taxační veličiny, vyplývající z růstového procesu lesních porostů, jsou konkrétní oporou při realizaci plánovaných výchovných a obnovních opatření. Pochopitelně, že i ochrana lesů při kvantitativním vyšetřování škod musí použít dendrometrických šetření. Stejně tak reálné podklady pro oceňování lesů a ekonomické rozborů je možno získat ve většině případů dendrometricky (Korf 1972).

Dendrometrie patří mezi lesnické odborné disciplíny s nejdelší vědeckou tradicí. Její počátky sahají do poloviny 18. století. Původně jednoduché okulární odhady se začaly poměrně brzy nahrazovat měřeními a už v roce 1758 vznikly první návrhy na kubírování dřeva na principu stereometrie (Kräuter). Známý Huberův vzorec zformulovaný roku 1828 se používá v celé Evropě doposud. Významným pokrokem bylo objevení pojmu výtvarnice (Paulsen 1800). Vyhotoveny byly první pomocné taxační tabulky – růstové (Paulsen 1787) a objemové (Cotta 1804). Vznikly první práce zaměřené na určování přírůstu stromů a porostů (Schneider 1853). Položeny byly

základy vzorníkových metod (Draut, Hartig, Ulrich 1857 – 1860). Již v tomto čase do dendrometrie pronikly objektivní matematické a fyzikální metody (Šmelko 2000).

2. CÍL PRÁCE

Tato bakalářská práce má za úkol vyzkoušet a prakticky ověřit získávání základních dendrometrických parametrů a pozic stromů k detailní inventarizaci porostu.

Měření bylo uskutečněno za pomoci spojení moderních dendrometrických přístrojů jimiž jsou výškoměry Vertex Laser, Vertex III, digitální průměrka Mantax Digitech, počítač Trimble Recon a ruční buzola. Díky tomu jsme získali kompletní představu o porostu, ve kterém známe pozice jednotlivých stromů a k nim přiřazené dendrometrické veličiny, čehož lze využít v budoucnu pro opětovné přeměření a určení přírůstů jednotlivých stromů.

Pro výzkum byl vybrán porost v Jizerských horách u obce Josefův Důl, který má bohatou strukturu a směřuje k výběrnému hospodářskému způsobu, viz příloha č. 1.

Práci zahrnovalo terénní měření a následovné kancelářské zpracování dat v počítači.

Bakalářská práce se skládá z těchto částí:

- pořízení porostních dat v digitální podobě terénním měřením za pomoci moderních dendrometrických přístrojů,
- kancelářské zpracování dat na počítači (výpočty souřadnic a taxačních charakteristik),
- zhodnocení personální a časové náročnosti použité metody, posouzení efektivnosti použité metodiky sběru dat a výpočtu finálních hodnot,
- grafické prezentace dat.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Výběrný hospodářský způsob

3.1.1 Charakteristika výběrného lesa

Výběrný les se vyznačuje přirozeným přírůstovým řádem, který je charakteristický nepravidelností uspořádání stromů. Základní jednotkou je hlouček, tvořený stromy různého věku, tloušťky a výšky, který je spojený růstovými vazbami a životními vztahy. Na ploše hloučku se nacházejí v pojetí mýtního lesa prakticky všechny růstové fáze lesa uspořádané ve vyváženém počtu vedle sebe a nad sebou. Koruny stromů vyplňují celý disponibilní prostor určený výškou nejvyšších stromů bez toho, aby si navzájem překáželi. Tato výstavba je z hlediska životní trvalosti jeho růstových procesů stálá. Zásoba porostu se udržuje na určité hladině, osciluje okolo ní a ani v dlouhodobých časových rámcích se významně nemění. Z porostu se těží ve smyslu výběrné těžby jen běžný periodický objemový přírůstek nahromaděný za určité období (interval návratu). Přirozená obnova je nepravidelná a nepřetržitá.

Nezávislý růst stromů od stádia tyčoviny vede na jedné straně k významné hodnotové produkci ve smyslu pozitivního výběru. Znamená to tedy, že stromy, které si vzájemně konkurují, musí být výběrnou sečí ve smyslu výše uvedené zásady z porostu odstraněny. Výběrný les produkuje podstatně méně stromů tenkých dimenzí v porovnání s lesem holosečným. Na druhé straně stromy horní vrstvy se vyznačují dlouhými korunami, které vytvářejí dobré předpoklady pro individuální stabilitu a nejlepší předpoklady pro dlouhodobý růst (Korpel – Saniga 1993).

V ideálním výběrném lese prakticky neměnný stav všech porostů znamená, že se udržuje trvalá rovnováha v lese zastoupených tloušťkových tříd. Jak co do počtu stromů, tak i co do objemu. Znamená to, že z každé tloušťkové třídy odpadne za určitou časovou periodu stejné množství stromů (přirozeným úbytkem, těžbou a přesunem do vyšší třídy), kolik jich přechodem z nižší tloušťkové třídy přibude (Poleno – Vacek 2007).

Důležitou charakteristikou výběrného lesa je výškový růst stromů, který je ovlivňovaný a korigovaný světlostním ziskem. Tento růst má stoupající tendenci od nárostů po stromy horní vrstvy. Tady je třeba připomenout, že růst dolní vrstvy je v důsledku velkého clonění silně zpomalený (Korpel – Saniga 1993).

3.1.2 Struktura a vlastnosti výběrného lesa

Už v úvodu bylo naznačeno, že výběrný les dokonale využívá nejen produkční schopnost a ekologické vlastnosti stanoviště, ale i růstové vlastnosti dřevin a jednotlivých stromů s tím, že dokonale vyplňuje nadzemní (disponibilní) a kořenový (podzemní) prostor. Optimálněji využitý nadzemní disponibilní prostor je dán jeho charakteristickým vertikálním zápojem. Dosáhnutí optimálního vertikálního zápoje představuje požadovaný stav výběrné struktury (rovnovážný stav). K pochopení růstových vztahů, závislosti a vůbec struktury výběrného lesa nám pomůže poznání jeho základních znaků, které charakterizuje Schütz (1989) následovně:

- nezávislý růst; prakticky až do dosáhnutí horní vrstvy porostu se stromy svými korunami nedotýkají vůbec,
- stromy různého věku a tloušťky jsou zastoupené na co nejmenší ploše,
- plnohodnotné využití nadzemního disponibilního prostoru,
- žádný prostorový pořádek; náhodné rozdělení stromů různých tlouštěk na ploše; transportní linie (dopravní předěly) mají jen těžebně-technickou úlohu,
- trvalá a stálá (nepřetržitá) přirozená obnova; výběrný les se sám obnovuje (přírodní automatizace a regulace),
- vyrovnaná produkce při relativně široké škále porostní zásoby,
- žádné změny mikroklimatu v delším časovém horizontě, ale velké klimatické rozdíly uvnitř výběrného lesa,
- pojem doba obmýtí tu nemá význam; dále věk nemá žádný významný vliv na růst, pojem věku je možné nahradit tloušťkou,
- výběrný les není možný bez systematických a trvalých zásahů (výběrné seče).

Uvedené znaky nám dávají jasné ohraničení výběrného lesa. Tento les je možné charakterizovat jako soubor stromů různé tloušťky (věku) rostoucích na malé ploše. Uvedený znak podstatně odlišuje výběrný hospodářský způsob od ostatních

hospodářských způsobů. Znamená to, že na uvedené ploše jsou zastoupeny trvale a podle struktury a stavu výběrného lesa rovnoměrně všechny růstové fáze jako důsledek systematického uplatňování principu dokonalého využití růstového prostoru a principu cílevědomého výběru, který v sobě zahrnuje výběr zralostní, zušlechťovací a zdravotní. Tento víceúčelový výběr znamená, že se snažíme podporovat stromy, které nejlépe vyhovují požadavkům kladeným na výběrný les, těžbou vybíráme jen stromy, které jsou zralé z hlediska průmyslného zpracování, resp. z hlediska pěstebního s cílem udržení a zastoupení všech růstových fází na minimální ploše (Korpel – Saniga 1993).

3.1.2 Přestavba na výběrný způsob

Pěstební termín přestavba je synonymem pojmu přechod, který se zavedl do pěstování lesa pro změnu hospodářského způsobu. Přestavba tvoří nejtěžší fázi vytvoření výběrného lesa a vyžaduje důslednost pěstebních opatření, které vyplývají z obsahu vědomostí z oblasti ekologických vlastností dřevin a jejich chování, které tvoří přebudovaný porost a bude tvořit les výběrný. Je třeba zdůraznit, že v této oblasti je ještě nedostatečné množství vědomostí a poznatků. Mezi výběrným lesem s ideální strukturou a vysokým (mýtním) lesem s horizontálním zápojem existuje dost mezičlánků s více či méně odlišnou porostní strukturou. Je tedy pochopitelné, že rozdíl v porostní struktuře u přestavovaného porostu bude vyžadovat rozdílnou fytotechniku. Jako pěstební opatření se používají výběrné probírky, probírky zaměřené na stabilitu a výběrná těžba.

Výběrnou probírkou budeme pěstebně usměrňovat porosty s typicky horizontálním zápojem, tedy porosty, které představují krajní možnost přestavby na výběrný les. Výběrná probírka se odlišuje od výběrné těžby především tím, že se používá v porostech, které mají prakticky malé známky diferenciací.

Jakmile se porost vyznačuje alespoň stupňovitým zápojem a ukazuje známky samoregulace, můžeme při přestavbě použít výběrné těžby (Korpel – Saniga 1993).

V České republice dosud žádné výběrné lesy nejsou; existují však lesy v různých stádiích přestavby k lesu výběrnému. Do budoucna je však nutno počítat i s výběrným hospodářstvím jako s perspektivním hospodářským způsobem spojujícím ve vhodných podmínkách (kterých však u nás příliš mnoho není) přírodě blízké a trvale udržitelné

obhospodařování lesů se zajímavými hospodářskými výsledky pro vlastníka lesa (zejména menších výměr) (Vacek – Podrázský 2006).

3.2 Dendrometrické pomůcky a přístroje

Zjišťování dendrometrických veličin na stojících stromech je poměrně komplikované, protože pro bezprostřední (přímé) měření je dostupná pouze spodní část kmene do výšky cca 2 metry, ostatní veličiny se mohou zjistit jen nepřímým (bezkontaktním) způsobem nebo pomocí regresních vztahů a dendrometrických modelů. Pro měření veličin stromů, lesních porostů a surového dřeva je možné v současnosti využít rozsáhlou paletu měřících pomůcek a zařízení nové generace. V úvahu přichází především měření tloušťek a výšek stromů, měření horizontálních a šikmých vzdáleností a měření azimutů (Šmelko 2003).

3.2.1 Tloušťka příčného řezu a přístroje pro její zjišťování

Tloušťka příčného řezu d je dendrometricky definována jako kolmá vzdálenost mezi dvěma tečnami vedenými rovnoběžně v protilehlých bodech obvodu průřezu (Šmelko 2000). Jelikož příčné průřezy stromů jsou nepravidelné, každý příčný průřez má velmi velký počet hodnot pro svoji tloušťku, které kolísají v rozmezí od d_{max} po d_{min} . Proto odměřit tloušťku stromu znamená zvolit z tohoto velkého množství možných hodnot d_i takovou, nazvěme ji „nejvhodnější“, která by umožnila nejlepší odhad skutečné plochy průřezu Q (Šmelko 2003).

Přímé měření tloušťky příčných průřezů se provádí obvykle průměrkami. Svůj typický tvar nabyla průměrka již dříve, než ji od počátku minulého století začali lesníci používat k měření tloušťek stromů. Průměrka tohoto typu má dvě ramena, jejichž vnitřní přímé hrany při měření tloušťky příčného průřezu kmene mají být rovnoběžné a mají tedy realizovat rovnoběžné tečny, které „svírají“ daný průřez v protilehlých místech jejího obvodu (Korf 1972).

Důležité je přitom dodržet tyto pravidla měření:

- průměrku přikládat na kmen kolmo k jeho ose, dbát aby se dotýkala ve třech bodech (rameny a pravítkem) a přitlačovat jí přiměřenou silou,
- přesně dodržovat výšku měření 1,3 m nad zemí a další speciální pokyny pro měření v různých podmínkách,
- zabezpečit, aby pohyblivé rameno průměrky bylo v okamžiku odčítání výsledku kolmé na pravítko (při jeho vychýlení doprava se získá menší a při vychýlení doleva větší hodnota tloušťky) (Šmelko 2003).

Pro měření tloušťek stromů je možné využít elektronické registrační průměrky. Většina z nich pracuje na klasickém tečnovém principu. Obsahují automatické registrační zařízení, vnitřní paměť pro registraci naměřených tloušťek, softwarové vybavení pro zadávání a registraci dalších atributů (například kvalita a poškození kmene, výška a biosociologické postavení stromu), a malý displej pro komunikaci s průměrkou (Šmelko 2003).

Elektronická registrační průměrka MANTAX Digitech – je jednoduchá alternativa elektronické registrační průměrky uzpůsobená pro hromadný sběr taxačních dat i ve složitých provozních a klimatických podmínkách. Měřené údaje mohou být rovněž, prostřednictvím radiového signálu, k dalšímu využití nebo archivaci odesílány „online“ (tedy v reálném čase) do počítače, vybaveného příslušným adaptérem. Kromě toho průměrka využívá vestavěný infraport pro přímou komunikaci (příjem změřených výšek) s výškoměry řady VERTEX.

Průměrkou lze registrovat, (tj. měřit a ukládat do paměti) stromové tloušťky až pro 8 různých dřevin. Vzhledem k tomu, že se pod kódem 8 obvykle ukládají změřené výšky, počet dřevin, které lze do průměrky v jednom „porostním souboru“ vložit, se redukuje na 7. Průměrka je napájena 1 AA (tužkovou) baterií. Spotřeba je minimální, alkalická baterie vydrží několik týdnů používání. Data uložená v průměrce se při vybití nebo výměně baterie neztrácejí. Paměť průměrky je trvalá bez potřeby záložní baterie.

Funkce PC - Transport změřených a uložených dat (porostních souborů) k dalšímu zpracování a archivaci do PC. Tato funkce je určena k odeslání celého porostního datového souboru do PC (všechna data najednou). V počítači je nezbytné mít některý z originálních transportních programů výrobce: DigiCom nebo HMS.

Lze při tom použít pouze originální IR kabel, dodávaný jako základní příslušenství. Data lze v počítači třídit nebo dále zpracovávat podle programového vybavení. DigiCom například umožňuje export ve formě TXT nebo XLS souborů, HMS vytváří soubory formátu XML. Mezi základní funkce obou zmíněných programů patří (polo)automatické přiřazování předdefinovaných názvů dřevin pro jednotlivé numerické kódy. V uložených souborech jsou pak tyto názvy uvedeny u jednotlivých stromů nebo tloušťkových tříd.

Oddělování datových souborů v průměrce: Vzhledem k jednoduchosti průměrky a způsobu pořizování dat se jednotlivé soubory a jejich části oddělují pomocí nulových hodnot vložených mezi změřené tloušťky. Program DigiCom po přijetí dat do počítače interpretuje tyto nuly tak, jak je nastaven. Např. každé dvě po sobě jdoucí nuly (nulové tloušťky) jako novou plochu a každé tři nulové tloušťky jako nový porost (Silvi Nova CS, a.s. 2008).

3.2.2 Výška stromu a přístroje pro její zjišťování

Výšku stromu definujeme jako vzdálenost dvou rovnoběžných rovin, vedených kolmo na osu kmene, z nichž dolní jde patou kmene, kdežto horní prochází ve směru osy kmene nejvzdálenějším místem vegetačního orgánu příslušného stromu. Je-li tímto orgánem vrchol kmene (zejména u jehličnanů a ostatních dřevin s průběžným kmenem), pak výška kmene je totožná s výškou stromu. Patou kmene označujeme přitom nejvyšší místo, kde kořenové náběhy kmene mizí pod povrchem půdy (Korf 1972).

Na stojícím stromě se dá výška zjistit pouze nepřímo, k čemuž slouží speciální pomůcky a přístroje – výškoměry. Jsou založené na dvou základních principech – geometrickém a trigonometrickém a nejnovější i na využití elektroniky, laserové a ultrazvukové techniky. Nejlepší kombinaci z hlediska nákupní ceny, přesnosti i spotřeby času při měření představují ultrazvukové výškoměry. Umožňují měřit výšky

stromů z libovolné vzdálenosti (do 45 m) velmi rychle a jednoduše. Přesnost určení výšky je u nich $\pm 1\%$ (Šmelko 2003).

Při praktickém použití přichází v úvahu k této chybě ještě chyba měřiče. Proto je potřeba při měření výšek stromů dodržovat tyto zásady:

- uvědomit si a důsledně aplikovat definici výšky stromu, zejména správně stanovit patu a vrchol stromu,
- výšku stromu měřit z takové vzdálenosti a místa odkud je dobře vidět celý strom, u stromů s velmi košatou korunou vrchol stromu odhadem, nevést zaměření na okraj koruny jako tečnu, protože tím by se výška stromu nadhodnotila,
- nakloněné stromy měřit zásadně tak, aby jejich naklonění od svislice bylo nalevo nebo napravo vzhledem k měřičovi, když diference vůči skutečné výšce (délky kmene) nepřekročí hodnotu -0,5 až -0,1 m, je možné jí tolerovat (Šmelko 2003).

Elektronický výškoměr Vertex III s transponderem T3

Vertex III je přístroj určený k měření výšek, vzdáleností, úhlů, resp. ke stanovení převýšení. Měří rovněž okamžitou teplotu vzduchu. Pro přesné zjišťování vzdáleností se používá ultrazvukový signál. Výšky jsou vypočteny na základě trigonometrických funkcí změřených vzdáleností a úhlů. Pro měření vzdáleností VERTEX využívá ultrazvukových signálů. Vzdušná vlhkost, atmosférický tlak, okolní hluk a zejména pak okolní teplota do určité míry ovlivňují šíření akustického signálu a tím i změřené hodnoty. VERTEX III má vestavěný teplotní senzor umožňující automatickou tepelnou kompensaci přístroje. Výška měřeného objektu je počítána trigonometricky ze dvou úhlů a jedné vzdálenosti. Ta může být měřena buď ručně pásmem, nebo pomocí aktivní odrazky – transponderu (Silvi Nova CS, a.s. 2008).

Transponder T3, (aktivní odrazka, TRP) je ultrazvukový generátor i receptor ultrazvukového signálu, komunikující s výškoměrem VERTEX a dálkoměrem DME 201. Transponder T3 se používá pro přímé měření (verze 60°) nebo pro kruhový rozptyl signálu s využitím kónického 360° adaptéru (Silvi Nova CS, a.s. 2008).

Výška umístění vysílače na stromě se zadá do výškoměru. Z libovolného místa, odkud je dobře vidět vrchol stromu, se výškoměrem zacílí na vysílač, stlačením

měřicího tlačítka se na displeji objeví vodorovná vzdálenost od stromu. Druhým zaměřením na vrchol stromu výškoměr vypočítá z odstupové vzdálenosti a úhlu sklonu (který odměří zabudovaný úhloměr) přímo výšku stromu (Šmelko 2000).

Ještě výhodnější jsou ale kombinované zařízení pro měření úhlů a vzdáleností. Jedná se o laserové dálkoměry (laser rangefinder, laser hypsometr). Tyto přístroje umožňují měřit úhly a vzdálenosti na základě laserového zaměřování a měření času přijatých a odražených vln (například ultrazvukových). Tento princip umožňuje kromě měření výšek stromů měřit i horizontální a šikmé vzdálenosti a tedy měřit i výšky nasazení korun, vertikální projekce korun a jejich horizontální průměty (Šmelko 2003).

Vertex Laser VL400 - je moderní měřicí přístroj určený k rychlému a přesnému měření vzdáleností, výšek a vertikálních úhlů. Je unikátní kombinací přesného a spolehlivého laserového a ultrazvukového dálkoměru s přesným elektronickým sklonoměrem v jednom kapesním přístroji. Podle volby obsluhy přístroj tedy využívá buď laserové, nebo ultrazvukové technologie k výpočtu vzdáleností, ke kterým prostřednictvím již zmíněného vysoce citlivého úhloměrného senzoru zároveň zjišťuje příslušné vertikální úhly. Vypočtené výšky, zobrazované na bočním displeji přístroje, jsou pak výsledkem algoritmů využívajících tyto exaktně zjištěné hodnoty.

Různé dálkoměrné i sklonoměrné funkce lze volit a využívat samostatně nebo ve vzájemných kombinacích. Výběr lze zvolit pomocí jednoduchého menu a vždy záleží tedy na rozhodnutí obsluhy, kterou alternativu si vzhledem k aktuální potřebě a podmínkám zvolí.

Možnost volby typu dálkoměru je unikátní vlastností právě a jenom přístroje Vertex Laser 400. Obecně platí, že ultrazvukový dálkoměr nabízí přesnější výsledky při měření krátkých vzdáleností (přesnost řádově v centimetrech až decimetrech) a dokáže zaměřit i „neviditelný cíl“, ale oproti laseru má menší dosah, pouze několik desítek metrů. Ke své činnosti potřebuje aktivní elektronickou odrazku umístěnou na měřeném stromě. Laserový dálkoměr naopak umožňuje rychlé a jednoduché měření vzdáleností v řádu desítek až stovek metrů bez nutnosti využívat odrazku. Zaměřuje se dalekohledem na jasně viditelný cíl a přesnost takto změřené vzdálenosti se pohybuje kolem 0,3 metru při rozlišení 0,5m, resp. 1,0m.

Při měření Vertexem se pro zjišťování přesné vzdálenosti mezi přístrojem a aktivní odrazkou (transponderem T3) využívá ultrazvukový signál. Z této vzdálenosti a zjištěných vertikálních úhlů je pak přístrojem trigonometricky kalkulována výška měřeného objektu. Pro přímé měření vzdálenosti pomocí ultrazvukové technologie se používá aktivní odrazka, tzv. transponder T3 pracující v rozsahu zhruba 60°. Laserová část přístroje VL400 emituje neviditelné, lidskému zraku neškodné pulsy, které se odraží od opticky zaměřeného objektu zpět do receptoru přístroje. Z přesně změřeného časového posunu mezi vyslanými a přijatými pulsy elektronická jednotka přístroje vypočítá přesnou vzdálenost. Maximální dosah přístroje závisí na odrazivosti cíle, jeho barvě, struktuře povrchu, tvaru, velikosti nebo hranách. Rovněž aktuální klimatické a světelné podmínky mohou dosah měření ovlivňovat.

Přístroj Vertex Laser nabízí čtyři základní metody měření výšek objektů:

- a) jednorázové změření výšky: Jediným zaměřením laseru zjistím vzdálenost a úhel na vrchol měřeného objektu. Tuto rychlou metodu lze použít pouze na rovině, tedy stojí-li při ní měřič na úrovni paty měřeného objektu.
 - b) „HEIGHT 3P“ - Výška pomocí tří záměrů: Vzdálenost a úhel *k objektu* se měří laserem, úhel *k patě* a vrcholu se pak měří úhломěrnou funkcí.
 - c) „HEIGHT 2P“ - Výška pomocí dvou záměrů: Vzdálenost a úhel *k referenčnímu bodu* na objektu změříme *laserem nebo ultrazvukem* (pomocí TRP). Dále změříme *úhel* na vrchol objektu.
 - d) „HEIGHT 2PL“ (Výška pomocí dvou záměrů): *Vzdálenosti a úhly k patě a na vrchol objektu se měří laserem*. Tato metoda je výhodná zejména pro měření *šikmých* objektů.
- (Silvi Nova CS, a.s. 2008)

3.2.3 Kapesní počítač Trimble Recon

Jedná se o jeden z nejvyspělejších přenosných počítačů dneška. Robustní konstrukce přístroje umožňuje pracovat v drsných venkovních podmínkách. Přístroj je navržen, aby odolal náhodnému ponoření. Přístroj může být používán v teplotním rozsahu od -30°C do + 60 °C. Dotykový displej přístroje pracuje jako myš na PC. Pro navigaci a výběr objektů na obrazovce se používá dotyková tužka. Data jsou vždy

ukládána do nevolatilní stálé úložné paměti. Ztráta napájení neovlivní uložená data nebo konfiguraci.

Přístroj má USB a 9-pinový sériový port. Spojení s PC přes USB port vyžaduje A-B USB kabel. Připojení přístroje k PC je provedeno pomocí Microsoft ActiveSync verze 4.1. nebo vyšší. ActiveSync umožňuje synchronizovat informace a kopírovat soubory mezi PC a přístrojem.

Na přístroji funguje software navržený pro Microsoft Windows Mobile 5.0. Aplikace Mobile Office jsou okleštěné verze Microsoft Office pro PC. Aplikace Mobile Office umožňuje prohlížet jednoduché dokumenty a provádět v nich jednoduché změny. Nicméně nepodporují formátování a další vlastnosti (jako makra), které jsou podporovány aplikacemi na PC (Recon manual 2006).

3.3 Základní charakteristiky vnitřní struktury porostu

3.3.1 Zakmenění porostu

Je relativní mírou hustoty porostu. Udává stupeň využití produkčního prostoru porostu stromy. Dendrometricky je definované jako poměr skutečné hodnoty porostové veličiny (počtu stromů N_{SK} , kruhové základny G_{SK} nebo zásoby V_{SK}) na 1 ha k normované hodnotě téže porostové veličiny (počtu stromů N_{RT} , kruhové základny G_{RT} nebo zásoby V_{RT}) podle růstových tabulek (při daném věku a bonitě), které slouží jako míra plného zakmenění (Šmelko 2003).

3.3.2 Zastoupení dřevin

Všeobecně se zastoupení dřevin určuje jako % plošný podíl, kterým se dřevina (j) svojí redukovanou plochou ($P_{red,j}$), tj. plochou odpovídající plnému zakmenění podílí na celkové redukované ploše porostu (P_{red}).

$$Zast(j) = \frac{P_{red,j}}{P_{red}} \cdot 100 \% \quad (\text{Šmelko 2003})$$

3.3.3 Tloušťková struktura porostu

3.3.3.1 Statistické charakteristiky tloušťkové struktury porostu

Aritmetický průměr \bar{d} charakterizuje průměrnou velikost tlouštěk (tloušťkovou vyspělost) porostu.

Směrodatná odchylka S_d charakterizuje variabilitu (proměnlivost, rozrůzněnost) hodnot tloušťky d_j okolo průměru \bar{d} a to tak, že udává hranici $\bar{d} \pm s_d$ (v absolutních jednotkách – cm), ve které se vyskytuje okolo 68% všech hodnot d_j , v rozmezí $\bar{d} \pm 2s_d$ se nachází 95% všech hodnot a v rozmezí $\bar{d} \pm 3s_d$ téměř všechny hodnoty d_j . Čím je hodnota S_d vyšší, tím jsou tloušťky stromů v porostu víc rozrůzněné a naopak.

Variační koeficient $S_d \%$ je relativní mírou variability tlouštěk. Vyjadřuje směrodatnou odchylku S_d v procentech z aritmetického průměru \bar{d} a tím umožňuje vzájemně porovnávat tloušťkovou rozrůzněnost i v takových porostech, které mají rozdílnou průměrnou tloušťku (např. mladé a staré porosty) (Šmelko 2003).

3.3.3.2 Střední tloušťka porostu

Střední tloušťka z kruhové základny d_g – je to tloušťka kmene, který má průměrnou základnu \bar{g} . K jejímu určení je třeba vypočítat nejprve kruhovou základnu G celého souboru N stromů, stanovit její průměrnou hodnotu $\bar{g} = G/N$ a k ní střední tloušťku d_g podle vzorce





$$d_g = \sqrt{\frac{4\bar{g}}{\pi}} \quad (\text{Šmelko 2003})$$

Weiseho střední tloušťka d_w – V roce 1888 odvodil Weise přibližné pravidlo pro určení střední tloušťky d_g , resp. d_v : střední tloušťku dřeviny má strom, který leží ve vzdálenosti 60% celkového počtu stromů počítaných od nejtenčích nebo ve vzdálenosti 40% celkového počtu stromů počítaných od nejtlustších tloušťkových stupňů. Toto pravidlo je velmi dobrou pomůckou pro odhad střední tloušťky porostu v případě, když ji potřebujeme znát ještě před výpočtem zásoby a k dispozici jsou jen údaje o tloušťkových početnostech stromů z průměrkování (Šmelko 2000).

Prakticky se d_w určí z rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů v průměrkovacím zápisníku tak, že se pomocí součtových početností a interpolací v tzv. Weiseho tloušťkovém stupni vypočítá tloušťka $d_{1,3}$ příslušející stromu, který má pořadové číslo udané příslušným Weiseho procentem (Korf V. 1972).

Weiseho procenta pro určení střední tloušťky d_w

Obr.č. 1: Určení procenta Weiseho kmene

Tvar rozdělení počtu stromov po hrúbkových stupňoch		Percento Weiseho kmeňa podľa	
		HALAJA	LESOPROJEKTU
Pravostranný		57 %	52 %
Symetrický		61 %	55 %
Ľavostranný		66 %	60 %
Klesajúci		74 %	68 %

Zdroj: Šmelko 2003

Střední tloušťka odpovídající tloušťce středního kmene d_v – je to tloušťka stromu, který má v porostu průměrný objem \bar{v} , neboli který reprezentuje objem všech stromů v porostu. K jeho určení je třeba znát celkovou zásobu V a počet stromů N :

$$\bar{v} = \frac{V}{N}$$

Podkladové údaje se vypočítají z počtu stromů n_j a objemů v_j příslušející jednotlivým tloušťkovým stupňům d_j . Tloušťka d_v odpovídající vypočítanému střednímu objemu \bar{v} se odvodí z údajů v_j a jejich lineární interpolací:

$$d_v = d_1 + a \cdot \frac{\bar{v} - v_1}{v_2 - v_1}$$

(Šmelko 2003)

Mezi uvedenými druhy střední tloušťky platí všeobecně tento vztah:

$$\bar{d} \langle d_g \langle d_v \rangle \equiv d_w$$

(Šmelko 2000)

3.3.3.3 *Horní tloušťka porostu*

Je to tloušťka, která reprezentuje tloušťkovou vyspělost souboru nejtlustších stromů v porostu. Používá se zejména při rozborech a modelování produkce lesa. Její význam spočívá v tom, že na rozdíl od střední tloušťky je méně citlivá na tzv. mechanický (počtářský) posun v důsledku výchovných zásahů (Šmelko 2000).

Vypočítat se může buď jako aritmetický průměr tloušťek (\bar{d}), nebo z kruhové základny (d_g) a objemu (d_v) dotyčného souboru stromů. Velmi jednoduše se dá stanovit jako 95%-ní kvantil rozdělení tloušťek stromů v celém porostu. Východiskem jsou součtové početnosti n_j v tloušťkových stupních d_j (podobně jako Weiseho pravidlo). 95%-ní kvantil je taková hodnota tloušťky pro kterou se součtová početnost rovná přesně 95% (Šmelko 2003).

3.3.4 *Charakteristika výškové struktury porostu*

Výška stromů v porostu je po tloušťce druhá nejdůležitější porostová veličina, protože charakterizuje horizontální výstavbu porostu, slouží jako velmi dobrý ukazatel produktivnosti stanoviště a je nevyhnutelná pro určení zásoby porostu (Šmelko 2000).

3.3.4.1 *Výšková křivka porostu*

Výšková křivka vyjadřuje závislost mezi výškou a tloušťkou $d_{1,3}$ stromů v porostu v určitém stádiu (věku) jeho vývoje, zpravidla pro každou dřevinu zvlášť, a to v grafické, tabulkové nebo matematické formě dle vztahu: $h = f(d_{1,3})$

Pokud do systému pravoúhlých souřadnic vyneseme naměřené výšky h_j nad příslušné tloušťky (tloušťkové stupně) d_j , vznikne bodové pole, které má typický průběh a dá se vyrovnat plynulou křivkou, která má tyto všeobecné vlastnosti: začíná v bodě

1,3 m (protože pro $d_{1,3} = 0$ se $h = 1,3$ m), potom stále stoupá zpočátku strměji, později pozvolněji a při vysokých tloušťkách d_{max} se asymptoticky přibližuje k maximální hodnotě výšky h_{max} . Z takto získané výškové křivky se můžou snadno určit nejpravděpodobnější (vyrovnané) hodnoty výšky stromů h_j odpovídající libovolně zvoleným tloušťkám $d_{1,3}$ (Šmelko 2003).

3.3.5 Střední a horní výška porostu

Je výška takového stromu (vzorku), který reprezentuje průměrnou tloušťku, kruhovou základnu nebo objem buď souboru všech stromů, nebo pouze souboru nejvyšších stromů a určí se z výškové křivky buď přímým odečtením z jejího grafu, nebo výpočtem z její regresní rovnice (Šmelko 2000).

Nejčastěji používané druhy středních a horních výšek:

Střední výška h_d, h_g, h_v, h_w odpovídající aritmetické průměrné tloušťce \bar{d} , tloušťce z kruhové základny d_g , tloušťce z průměrného objemu d_v a tloušťce stanovené přibližně podle Weiseho pravidla d_w .

Horní výška h_d, h_g, h_v, h_w odpovídající průměrné tloušťce určitého relativního, resp. absolutního počtu nejtlustších stromů v porostu je tzv. biometricky definována (Šmelko 2003). V porostech ve kterých se nedělá průměrkování a nesestavuje se celá výšková křivka se mohou obě výšky h_v i $h_{10\%}$ stanovit odměřením 10-25 výšek pro střední, resp. horní kmen, jehož tloušťka se odhadne okulárně a to d_w pomocí známého Weiseho pravidla jako 60% kvantil a horní výška $d_{10\%}$ jako 95% kvantil součtových početností tlouštěk stromů (Šmelko 2000).

3.3.6 Metoda výpočtu zásoby porostu

Dřevní zásoba porostu představuje objem všech stromů tvořících porost. Znáť její celkové množství a rozčlenění podle dřevin a tloušťkových stupňů, resp. tříd je potřebné pro velmi rozmanité účely v lesnictví i v navazujících odvětvích (Šmelko 2003). Z mnoha metod, které tuto problematiku úspěšně řeší, si všimněme především těch hlavních, kterých dnešní hospodářsko-úpravnická praxe u nás i v celé střední

Evropě používá. Jde zejména o (klasickou) metodu hmotových tabulek, metodu jednotných výškových a hmotových křivek (JVK a JHK) a metodu tarifů pro stejnověké i nestejnověké porosty (Korf 1972). Zásadní rozdíl mezi metodami je v tom, jakým způsobem určují objemy jednotlivých stromů (Šmelko 2000).

3.3.6.1 Metoda objemových tabulek

Aplikuje se tehdy, když kromě počtu stromů n_j jsou k dispozici i údaje o výškách stromů h_j ve všech vyskytujících se tloušťkových stupních d_j . Metodický postup může mít dvě varianty podle toho zda se použijí dvojargumentové nebo trojargumentové objemové tabulky (Šmelko 2000).

Praktický postup použití dvojargumentových tabulek:

1. Porost vyprůměrujeme (buď naplno nebo na zkušných plochách). Tím se stromy porostu roztřídí podle znaku $d_{1,3}$ do tloušťkových stupňů a získají se četnosti n_j stromů v jednotlivých tloušťkových stupních. (Korf 1972).
2. Z naměřených výšek h_j po tloušťkových stupních d_j se sestrojí výšková křivka a pro středové hodnoty tloušťkových stupňů d_j se z nich odčítají, resp. vypočítají vyrovnané hodnoty výšek h_j se zaokrouhlením na celý metr (Šmelko 2000).
3. V objemových tabulkách pro danou dřevinu se pro kombinaci hodnot d_j, h_j vyhledají odpovídající objemy „jednotlivě“ (pro jeden strom) v_j (Šmelko 2000).
4. Součinem $n_j \cdot v_j$ se získají objemy všech stromů v tloušťkových stupních a jejich součtem celková zásoba dřeviny (Šmelko 2000).

I když se v dendrometrii trvale používá pojem objemové tabulky, pro jejich současné využívání jsou aktuální ne tabulkové přehledy, ale jejich formulace ve tvaru matematických rovnic (Lesn. Čas.,37, 1991).

4. CHARAKTERISTIKA OBLASTI

CHKO Jizerské hory patří k našim nejlesnatějším oblastem, neboť lesy zaujímají 72% plochy. Vlivem rozsáhlých těžeb, jejichž cílem bylo získání dřeva jako paliva pro výrobu skla ve sklářských pecích, došlo však téměř k úplné likvidaci původních smíšených a listnatých lesních porostů, které byly postupně nahrazeny uměle vysázenými smrkovými monokulturami (Friedl K. et al. 1991).

Přirozené smíšené listnaté porosty, s převahou buků, které zatím odolávají, se uchovaly v balvanitém a skalnatém terénu, zejména na severních příkrých svazích horského pásma (Kos J., Maršáková M., 1997).

Porostní obrysová mapa zájmového území spojená s ortofoto podkladem je v příloze č.2.

4.1 Orografické poměry – PLO 21 – Jizerské hory a Ještěd

Podle geomorfologického členění ČR zasahují na území lesní oblasti 21 Jizerské hory tyto geomorfologické jednotky:

ČESKÁ VYSOČINA

IV Krkonoško – jesenická soustava (subprovincie)

IVA Krkonošská podsoustava (oblast)

IVA – 3 **Ještědsko – kozákovský hřbet**

IVA- 3A *Ještědský hřbet*

IVA 3A a Kryštofovy hřbety

IVA 3A b Hlubocký hřbet

IVA – 6 **Jizerské hory**

IVA – 6A *Smrčská hornatina*

IVA – 6A a Vysoký jizerský hřbet

IVA – 6B *Jizerská hornatina*

IVA – 6B a Smědavská hornatina

IVA – 6B b Soušská hornatina

IVA – 6B c Tanvaldská vrchovina

IVA – 6B d Oldřichovská vrchovina

IVA – 6B e Černostudnický hřbet

IVA – 6B f Maršovická vrchovina

IVA – 6B g Albrechtická vrchovina

(Textová část LHP, 2003)

4.2 Soubory lesních typů

Zastoupení LVS sahá od jedlobukového až po smrkový při převaze smrkobukového (41%). Převládají kyselá společenstva, živná řada je zastoupena necelou čtvrtinou lesních ploch. V oblasti jsou nejvíce rozšířeny kyselé smrkové bučiny, kyselé jedlové bučiny a svěží smrkové bučiny. V přirozené skladbě byly vysoce a v úhrnu rovnoměrně zastoupenými dřevinami buk a smrk, velmi hojná byla i jedle (v přirozeném stavu více než pětinou plošného podílu) (Průša E.,2001).

Nejvýznamněji je zastoupena kyselá řada (54 %) a mezi kyselou a živnou řadou přechodná stanovištní kategorie „S“ (22 %). Charakteristický je značný podíl (14 %) vodou ovlivněných stanovišť, zejména trvale ovlivněných (kategorie „T“, „G“) – 4,6 %, a rašelin „R“ – 3,6 % vázaných zejména na náhorní plošinu. Nadprůměrné je rovněž zastoupení extrémní řady s kategoriemi „Z“ a „Y“ (6,3 %) (Textová část LHP, 2003).

4.3 Růstové poměry

Z historického průzkumu je zřejmá úplná strukturální a velmi silná druhová změna jizerskohorských lesů. Druhově a strukturálně nejpřirozenější jsou vrchovištní klečové porosty (slt 9R), i když i ty jsou narušeny těžbou rašeliny. Významná jsou zejména rašeliniště Jizery a rašeliniště Jizerky (NPR) a další menší rašeliniště, zpravidla chráněné formou přírodní rezervace.

Smrkové porosty mají přirozený výskyt v 8. lvs (slt 8Z, 8Y, 8K, 8N, 8S) a na souborech podmáčených (8T a 8G), rašelinných a vrchovištních (6R, 7R, 8R) smrčin. Převážně smrkové porosty s významnou příměsí buku se vyskytovaly v bukových smrčinách (slt 7Z, 7Y, 7K, 7N, 7S, 7V), smrkové porosty s příměsí jedle v jedlových smrčinách, tj. na stanovištích ovlivněných vodou (slt 7O, 7P, 7T, 7G). Tyto porosty však byly v minulosti obnoveny z geneticky nevhodného materiálu z nižších poloh, nebo i z jiných oblastí (Alpy).

V průběhu imisní kalamity byly většinou rozvráceny. Geneticky původní porosty se zachovaly častěji na podmáčených a rašelinných stanovištích, kde se hospodařilo jemněji s ohledem na vysokou hladinu spodní vody a využívalo se bohatého přirozeného zmlazení.

Smrkovou kulturou, holosečným hospodářstvím a dalšími vlivy zmizela z porostů jedle a s výjimkou exponovaných lokalit byl velmi silně omezen buk. Proto v mírnějším terénu přirozené porosty s účastí všech znaků přirozené druhové skladby neexistovaly již před imisní kalamitou. Smrk se ovšem v 6. a zejména v 7. lvs přesto vyskytuje a mnohé smrkové porosty, např. v obvodu bývalého polesí Josefův Důl, jsou geneticky hodnotné.

Bukové porosty se zachovaly především na severozápadních svazích Jizerských hor od 3. lvs do 6. lvs; jsou víceméně čisté – ve 3. lvs v nich zpravidla chybí dub, v jedlobučinách (5. lvs) chybí jedle a ze smrkových bučin (6Y, 6Z, 6N, 6K, 6S) při imisní kalamitě vypadl smrk. (Textová část LHP)

4.4 Geologické poměry

Krkonoško-jizerské krystalinikum vystupuje v SV. části Českého masívu jako součást větší geologické jednotky Západních Sudet (Iugika). V jeho geologické struktuře a horninách jsou zaznamenány všechny nejvýznačnější orogenní etapy geologické historie Českého masívu (Chaloupský 1989).

Na geologické stavbě Jizerských hor se rozhodující měrou podílí krkonoško-jizerský pluton s kyselým biotickým granodioritem. Představuje horninné jádro, obnažené rozrušením rulového pláště, přesunutého původně přes granodiorit za variského horotvorného pochodu. Ke konečnému utváření Jizerských hor a zaoblení hřbetů došlo na konci třetihor. Porůznu se vyskytuje dvojslídňá žula, na S svazích u Nového Města pod Smrkem rula a svorová rula. Nejvyšší čedičovou vyvělinou je Buková hora. K nejmladším útvarům patří holocenní náplavy recentních toků a rozsáhlé rašeliny v depresích na náhorních plošinách (Plíva – Žlábek 1986).

V krkonošském úseku jsou při jižním okraji a místy podél styku s krkonoško-jizerským plutonem různé typy tzv. krkonošských ortorul. Dále jsou zastoupeny albitické svory a fylity, jež tvoří severní polovinu krkonošského krystalinika. Jsou v nich zastoupeny i pestré vložky, jako mramory, erlány, grafitické svory a fylity, kvarcity (Brunclík et al. 1986).

4.5 Pedologické poměry

Nejrozšířenějším půdním typem horské části Jizerských hor jsou podzolované rašelinné kryptopodzoly, které přecházejí v nejvyšších polohách do zrašeliněných humusových podzolů; zrnitostně jsou výrazně hlinitopísčité s větším podílem droliny. Trvale zamokřené půdy přecházejí přes rašelinné a rašelinohumózní gleje do vrchovištních rašelin. Na čedičovém Bukovci jsou až živné, bohaté (eutrofní) kryptopodzoly (Průša 2001).

Na příkrých svazích a hřebenech jsou místy balvanité sutě s typy nevyvinutých půd a rankerů. Na čedičové Bukové hoře jsou v nejvyšších polohách mezo-eutrofní horské hnědé půdy. V předhoří převládají oligotrofní hnědé půdy, často v určitém stupni podzolizace, zejména v 6.lvs pod smrkovými porosty. Zvětráváním granodioritu vznikají na svazích všeobecně propustné drolinové půdy s vrstvou surového moderu až surového humusu, které jsou přirozeným stanovištěm buku (Plíva – Žlábek 1986).

4.6 Klimatické poměry

Klima se všeobecně vyznačuje vysokými srážkami. Roční průměr kolísá od 800 mm v nejnižších polohách do 1 700 mm na vrcholech. Roční teplota se pohybuje v rozmezí 4,0 – 7,5°C. Klima je vyloženě perhumidní, klimatický okrsek lze označit jako mírně chladný, velmi vlhký, vrchovinný (Průša 2001).

Délka vegetačního období dosahuje v nižších polohách 150 dní, v předhoří 130 dní, v horách klesá i pod 100 dní v roce. Četná vrchoviště drsnost klimatu ještě zvyšují (Plíva – Žlábek 1986).

4.7 Hydrologické poměry

Pro své bohaté srážky v letním i zimním období je oblast zvláště významná z hlediska vodohospodářského jak pro sousední liberecko-jabloneckou aglomeraci, tak i pro hlavní město Prahu. Pro jejich zásobování pitnou vodou slouží vodní nádrže Bedřichov, Souš a nově vybudovaná nádrž Josefův Důl na Kamenici (Friedl K. et al. 1991).

Vodohospodářský význam Jizerských hor je zdůrazněn vyhlášením chráněné oblasti přirozené akumulace vod. Nedostatečné odtokové poměry na náhorních plošinách daly vzniknout četným rašeliništím, jež jsou důležitými zásobárnami vody a v nichž pramení velká část vodních toků. (Plíva – Žlábek 1986).

4.8 Popis porostní skupiny 526 C_{10/1}

Porostní skupina se pohybuje v nadmořské výšce 680 – 740 m n. m. Reliéf terénu je svažité, sklon 20% jihozápadně orientovaný. Povrch je kamenitý až balvanitý. Porostní skupinu ze severozápadu ohraničuje potok Jedlová.

Porostní skupinu tvoří dvě etáže. Složení 1. etáže (10) dominuje smrk ztepilý (*Picea abies*), dřevinou vtroušenou je buk lesní (*Fagus sylvatica*), jednotlivě přimíšené jsou bříza bělokorá (*Betula pendula*), jedle bělokorá (*Abies alba*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*) a topol osika (*Populus tremula*). Smrk je z hlediska genetické klasifikace zařazen do kategorie B. Stáří horní etáže je 97 let.

Spodní etáž je tvořena smrkem ztepilým (*Picea abies*) a bukem lesním (*Fagus sylvatica*).

Souborem lesních typů je 6N1 – kamenitá kyselá buková smrčina a 6Y1 – skeletová smrková bučina (příloha č. 3).

6N1 – kamenitá kyselá buková smrčina:

Tento soubor lesních typů je rozšířen v členitých vrchovinách a v hornatinách na svazích, někdy až srázných, na vrcholech a hřebenech na kyselejším podloží, a to převážně v nadmořských výškách 650 – 950 m.

Půda je většinou hlinitopísčítá, středně hluboká, čerstvě vlhká, propustná, silně skeletovitá, na povrchu kamenitá až balvanitá. Převažuje podzolovaná kambizem rankerová a kryptopodzol rankerový, někdy humusový podzol rankerový. Humusovou formou bývá morový moder, případně mor.

Přirozená skladba je SM 4, BK 4, JD 2, KL. Fytocenóza má menší pokryvnost, hojně jsou druhy ESR 10 (ekologická skupina rostlin) – čerstvé, středně bohaté, méně 9 – mírně vlhké, chudé a 7 – velmi chudé, řídké jsou subalpínské druhy. Lokálně bývá dominantní kaprad' osténkatá (*Dryopteris spinulosa*), třtina rákosovitá (*Calamagrostis arundinacea*), borůvka (*Vaccinium myrtillus*), šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*), dále

starček hajní (*Senecio nemorensis*), metlice křivolaká (*Deschampsia flexuosa*), bika hajní (*Luzula nemorosa*), bika chlupatá (*Luzula pilosa*), ploník ztenčelý (*Polytrichum formosum*), dvouhrotec chvostnatý (*Dicranum scoparium*), dvouhrotec čeřitý (*Dicranum undulatum*), dřípátka horská (*Soldanella montana*) a třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*).

6Y1 – skeletová smrková bučina:

Je rozšířena v nižších hornatinách a na styku s vrchovinami v nadmořských výškách 650 až 950 metrů, na Šumavě do 1050 metrů. Geologické podloží tvoří různé převážně kyselé horniny (žuly, ruly, fylity, svory, migmatity, křemence, granodiority, pískovce, břidlice apod.).

Zaujímá vrcholy, hřebeny a přilehlé svahy se skalisky nebo kamenitými či balvanitými sutěmi. Půdy jsou středně hluboké až mělké, silně skeletovité s hlinitopísčitou výplní, dobře propustné, čerstvě až mírně vlhké. Půdním typem je ranker litický, typický i kambický, případně ranker podzolový. Humusovou formou je morový moder nebo mor.

V přirozené skladbě dřevin převládá smrk a buk, hojná byla jedle, na příznivější suti i jednotlivý klen (buk 5, smrk 4, jedle 1, bříza, jeřáb a klen). Ve fytocenóze převládá borůvka (*Vaccinium myrtillus*), dále metlice křivolaká (*Deschampsia flexuosa*), třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), kaprad' osténkatá (*Dryopteris spinulosa*), v příznivějších polohách pak ostružiník maliník (*Rubus idaeus*) a šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*). Běžné jsou mechy - dvouhrotec chvostnatý (*Dicranum scoparium*), ploník ztenčelý (*Polytrichum formosum*) a pokryvnatec Schreberův (*Entodon schreberi*) (Průša 2001).

Cílový hospodářský soubor je 4501 (exponovaná stanoviště vyšších poloh), jedná se o lesy zvláštního určení, subkategorie 32a (lesy v I. zónách CHKO a lesy v přírodních rezervacích a přírodních památkách) a 32f (lesy potřebné pro zachování biologické různorodosti). Z hospodářského souboru vyplývá, že doba obmýtí má být 120 let, obnovní doba 30 let (textová část LHP).

4.9 Popis dominantních dřevin

Smrk ztepilý – Picea abies

Celkové nejdůležitější hospodářská dřevina střední a severní Evropy, opora jejího dřevařského průmyslu. Pěstovaný dosti i mimo areál svého přirozeného rozšíření. Smrk bývá považován za polostinný (až stinný) druh (heliosciofyt [až sciofyt]), se střední (až vyšší) tolerancí k zástínu. Schopnost snášet zastínění se mění s věkem a se stanovištními podmínkami. Obecně stromy mají v mládí na dobrých stanovištích vyšší toleranci k zastínění, než na stanovištích špatných nebo ve stáří.

Jako optimální hodnoty se pro SM ve střední Evropě udávají: průměrná roční teplota přes 6°C, srážky ve vegetační době 490-580 mm, teplotní amplituda nejchladnějšího a nejteplejšího měsíce přes 19°C. U nás smrku vyhovuje spíše krátká vegetační perioda a krátké léto. Tepelné nároky smrku jsou relativně malé; nárůst tepla sice celkově zvyšuje přírůst, avšak pouze potud, pokud není narušeno dostatečné zásobování vodou. K vysokým teplotám je smrk citlivější, než k nízkým.

Nároky smrku na vláhu se považují za střední až vyšší snese i nadbytečnou vlhkost. V teplejších oblastech bývá vláhová nedostatečnost omezujícím až hraničním faktorem. Celkově je smrk citlivý na suchá období (má obvodově ploše rozložené, nehluboko sahající kořeny); nízkou relativní vlhkost vzduchu neshání.

Smrk nemá zvláštní nároky na půdu, především na obsah jejích živin. V klimatickém optimu může růst i na půdách chudších (ovšem s menšími přírůsty). Daleko větší význam má obsah půdní vody, především v oblastech s nižšími srážkami a dobré provzdušnění půdy. Na stanovištích zásobovaných dodatečnou vodou, např. v pánvích, kotlinách nebo na úpatích hor, vykazuje smrk obecně mohutnější růst a v době sucha bývá méně ohrožen. Velké, nadbytečné množství vody však má negativní vliv – pokud je spojeno s nedostatkem kyslíku; zvláště citlivý je smrk na záplavy.

Smrčiny silně ovlivňují půdotvorné činitele, především ukládáním surového humusu, který přispívá k okyselování a k podzolizaci půdy (Musil 2003).

Buk lesní – Fagus sylvatica

Toleruje i značné zastínění (prakticky největší po tisu a jedli). Vytváří víceetážové porosty, často nesmíšené, protože silným cloněním vytlačuje většinu ostatních dřevin. Optimálně roste na čerstvě vlhkých, dobře provzdušněných humózních a minerálně bohatých půdách. Nesnáší půdy zamokřené, ulehlé; citlivý je k suchu a poněkud i k pozdním mrazům. Většina původních bučin je dnes přeměněna na monokultury smrku (Musil 2005).

5. METODIKA

5.1 Přístroje pro měření v terénu

Pro zjišťování dendrometrických veličin a souřadnic jednotlivých stromů byly použity tyto přístroje:

- výškoměr Vertex Laser
- výškoměr Vertex III + Transponder TRP 60
- digitální průměrka Mantax Digitech
- přenosný počítač Trimble Recon

Uvedené přístroje jsou vyobrazeny v příloze č. 4.

Dalšími pomůcky:

lesnické pásmo, ruční buzola, stativ, lesnický črták, geodetické kolíky

5.2 Kalibrace

U přístrojů Vertex III a Vertex Laser musí být před vlastním měřením provedena kalibrace. Nejprve se musí vyrovnat teplota mezi venkovním prostředím a teplotou přístroje. Obvykle stačí deset minut. Následně se přístroj přesně umístí do vzdálenosti 10,00 m od transponderu (vzdálenost se změří pásmem). Použije se funkce CALIBRATE a pokud se na displeji objeví hodnota 10 m je přístroj zkalibrován a připraven k měření. Kalibrace přístrojů je velmi důležitá, aby nedocházelo k systematické chybě naměřených údajů.

5.3 Postup měření

Nejprve jsme našli hraniční bod jiné plochy, který byl vyznačen geodetickým kolíkem a určili mu souřadnice [0,0] a název bod 0. Z tohoto bodu jsme zaměřili pomocí Vertex Laseru a ruční buzoly nový bod 1 pro první měření. Do místa

zaměřeného bodu 1 se zatloukl geodetický kolík, který je zhotoven z ocelové kulatiny a potažen plastovými trny proti zpětnému vytažení.

Vzhledem k jeho kovové konstrukci ho lze dobře nalézt i po mnoha letech s pomocí detektoru kovů. Nad tento bod byl postaven stativ s přístrojem Vertex Laser tak, aby ležel v ose bodu 1. Stativ se vyrovnal pomocí kruhové libely a výška byla nastavena na 1,3 metru.

Měření bylo prováděno s pomocí tří měřičů.

Úkolem prvního měřiče je:

- obsluhování Vertex Laseru umístěného na stativu, se kterým odměřuje vodorovné vzdálenosti od osy bodu nad kterým je umístěn stativ a kmene měřeného stromu,
- zacílení ruční buzoly na měřený strom a odečtení úhlu,
- zápis naměřených hodnot od všech měřičů do sešitu Microsoft Excel v počítači Trimble Recon (azimut, vodorovná vzdálenost, průměr 1, průměr 2, výška nasazení koruny, výška stromu, druh dřeviny).

Úkolem druhého měřiče je:

- pomocí průměrky Mantax Digitech změřit dvě na sebe kolmé tloušťky stromu ve výšce 1,3 m. Každému stromu byl do průměrky přiřazován číselný kód označující druh dřeviny (SM – 1, BK – 2, BR – 3, JV – 4). Pokud výčetní tloušťka stromu byla příliš velká pro použití průměrky, odměřila se pomocí lesnického pásma,
- umístování transponderu na kmen stromu do výšky 1,3 m pro třetího měřiče výšek obsluhující Vertex III,
- po ukončení měření nahlásit naměřené hodnoty prvnímu měřiči a označit kmen stromu lesnickým črtákem pro jasné odlišení již změřených stromů.

Úkolem třetího měřiče je:

- pomocí Vertex Laseru zaměřit strom, na kterém je umístěn transponder a změřit výšku stromu a výšku nasazení koruny,
- nahlásit naměřené hodnoty prvnímu měřiči.

Na ploše byly měřeny všechny stromy s výčetní tloušťkou větší než 7cm. Pohyb měření probíhal od středu bodu, nad nímž byl umístěn stativ s Vertex Laserem a otáčel se okolo něj ve vzdálenosti cca 30 metrů. Snahou bylo změřit pruh lesního porostu o šířce cca 60 metrů.

Při vytyčování dalšího bodu se použil Vertex Laser nad již známým bodem a ruční buzola. Po odměření šikmé a vodorovné vzdálenosti (cca 60 metrů) a odečtení úhlu z buzoly se hodnoty pro nový bod zanesly do počítače Trimble Recon a nově vytyčený bod se označil geodetickým kolíkem. Postup dalšího měření je totožný s předchozím popisem. Celkem bylo naměřeno 667 stromů z pěti bodů.

5.4 Zpracování dat

Data z počítače Trimble Recon v sešitu aplikace Microsoft Excel byla přenesena pomocí bezdrátové komunikace bluetooth do počítače, kde se v tomto programu dále zpracovávala.

Prvním krokem byl výpočet souřadnic bodů, ze kterých bylo měřeno. Výpočet se provedl podle postupu uvedeného v diplomové práci Adama Řehoře z roku 2009.

Pomocí známých vzdáleností a úhlů mezi jednotlivými body, byly goniometrickými funkcemi sinus a cosinus spočítány souřadnice všech bodů, od základního bodu 0 se souřadnicemi [0,0]. Středů bodů ploch jsou vyobrazeny v příloze č.5.

Po vypočtení souřadnic bodů měření se ke každému bodu zvlášť vypočetli souřadnice náležejících stromů. Tyto souřadnice mohou mít čtyři různé tvary podle toho, jestli se strom nachází v I., II., III. nebo IV. kvadrantu vůči bodu, ze kterého byl změřen. Ukázka rozmístění souřadnic stromů na ploše je v příloze č.6.

Následně se všechny plochy zkompletovaly do jednoho celku tak, aby jejich výchozím bodem byl bod 0 se souřadnicemi [0,0] (příloha č.7).

Dále se dřeviny roztřídily podle druhu dřeviny a to na smrk ztepilý (*Picea abies*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), břízu bělokorou (*Betula pendula*) a javor horský (*Acer pseudoplatanus*). Rozmístění dřevin na ploše s vyobrazením výčetní tloušťky a druhu dřeviny je vyobrazeno v příloze č.8.

5.5 Výměra území

Zkoumaná plocha má tvar čtyřúhelníku. Pro výpočet výměry bylo nejprve potřeba určit souřadnice krajních bodů a pomocí geodetických vzorců vzdálenost mezi nimi. Plocha se následně rozdělila na dva trojúhelníky, u kterých se vypočetl jejich obsah. Po sečtení plochy trojúhelníků byla zjištěna výměra území 1,63 ha (příloha č. 9).

6. VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Výpočty pro dřevinu SM

6.1.1 Tloušťková struktura

Po vyprůměrování bylo možné rozdělit tloušťky stromů do tloušťkových stupňů a graficky do polygonu četnosti.

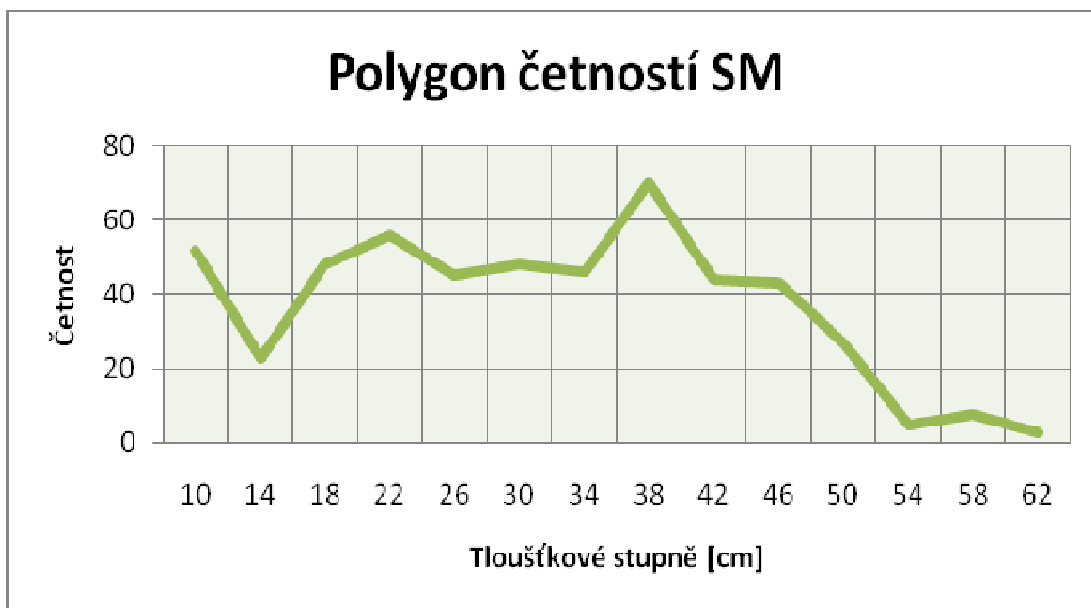
Tabulka č. 1: Rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů

Tloušťkové stupně	Interval	n
6	4,1 - 8	14
10	8,1 - 12	52
14	12,1 - 16	23
18	16,1 - 20	48
22	20,1 - 24	56
26	24,1 - 28	45
30	28,1 - 32	48
34	32,1 - 36	46

Tloušťkové stupně	Interval	n
38	36,1 - 40	70
42	40,1 - 44	44
46	44,1 - 48	43
50	48,1 - 52	27
54	52,1 - 56	5
58	56,1 - 60	8
62	60,1 - 64	3

Zdroj: Autor

Graf č 1: Rozložení četností v jednotlivých tloušťkových stupních



Zdroj: Autor

1) Aritmetická průměrná tloušťka \bar{d} , směrodatná odchylka a variační koeficient

Tabulka č 2: Výpočet \bar{d} , směrodatné odchylky a variačního koeficientu u SM

SM	
\bar{d} [cm]	29,98
Směrodatná odchylka	13,13
Variační koeficient	43,79

Zdroj: Autor

2) Střední tloušťka

Střední tloušťka d_g odpovídá tloušťce kmene, který má kruhovou základnu \bar{g} .

$$\bar{g} = 841,31 \text{ cm}^2$$

$$d_g = 32,73 \text{ cm}$$

Střední tloušťka d_v odpovídá tloušťce kmene, který má v porostu průměrný objem.

$$\bar{v} = \frac{V}{N} = 1,07 \text{ m}^3 \text{ sk}$$

$$d_v = 32,92 \text{ cm}$$

Střední tloušťka d_w odpovídá tloušťce Weiseho kmene.

Pořadové číslo Weiseho kmene=303 $d_w=33,50$ cm

3) Horní tloušťka porostu $d_{10\%}$ odpovídá relativnímu počtu 10% nejtlustších stromů.

$D_{10\%}=44,3$ cm

6.1.2 Výšková struktura

Tabulka č 3: Rozdělení počtu stromů do výškových stupňů

Výškový stupeň	Interval	<i>n</i>	Výškový stupeň	Interval	<i>n</i>
4	2,1 - 6	3	24	22,1 - 26	61
8	6,1 - 10	48	28	26,1 - 30	99
12	10,1 - 14	31	32	30,1 - 34	135
16	14,1 - 18	39	36	34,1 - 38	33
20	18,1 - 22	82	40	38,1 - 42	1

Zdroj: Autor

Graf č 2: Rozdělení četností výšek stromů



Zdroj: Autor

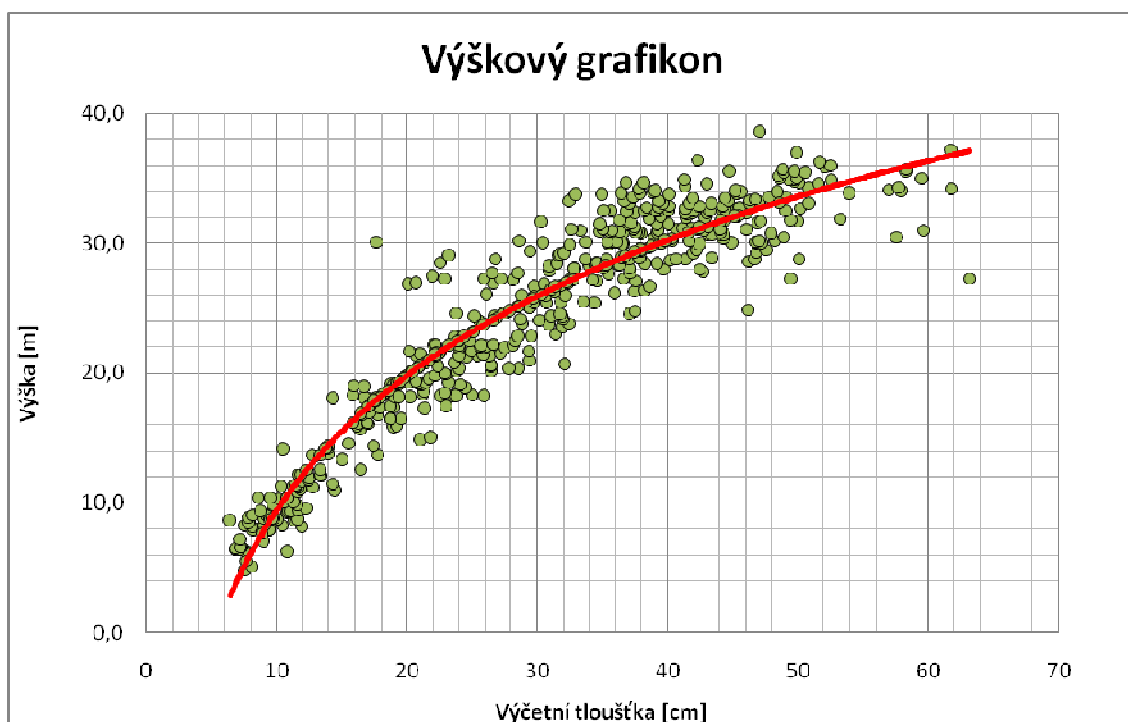
Pravostranná nesouměrnost je typická pro stejnověké porosty a je biologické povahy, jelikož se stromy snaží dostat do horní úrovně za účelem získání více světla.

6.1.2.1 Vyrovnání výšek

Výškový grafikon vyjadřuje změřené výšky stromů vynesené nad příslušné tloušťky v systému pravoúhlých souřadnic. Výšky se vyrovnaly křivkou, která je vyjádřením matematicko-statistického výpočtu regresní rovnice, ze které se dají určit hodnoty vyrovnaných výšek pro příslušné tloušťky.

Pro vyrovnání výšek SM byla použita rovnice $h = 15,06 \cdot \ln(d) - 25,31$

Graf č 3: Výškový grafikon z vyrovnaných výšek



Zdroj: Autor

1) Statistické charakteristiky

Tabulka č 4: Výpočet \bar{h} , směrodatné odchylky a variačního koeficientu

SM	
\bar{h} [m]	24,09
Směrodatná odchylka	8,35
Variační koeficient	34,64

Zdroj: Autor

2) Střední výška

Střední výška h_d odpovídající průměrné tloušťce \bar{d}

$$\bar{d} = 29,98 \text{ cm}$$

$$h_d = 25,90 \text{ m}$$

Střední výška h_g odpovídající tloušťce z kruhové základny d_g

$$d_g = 32,73 \text{ cm}$$

$$h_g = 27,22 \text{ m}$$

Střední výška h_v odpovídající tloušťce z průměrného objemu d_v

$$d_v = 32,92 \text{ cm}$$

$$h_v = 27,31 \text{ m}$$

Střední výška h_w odpovídající tloušťce Weiseho kmene d_w

$$d_w = 33,50 \text{ cm}$$

$$h_w = 27,57 \text{ m}$$

3) Horní výška $h_{10\%}$ odpovídající průměrné horní tloušťce $d_{10\%}$

$$h_{10\%} = 33,73$$

6.1.3 Výpočet zásoby porostu

Pro výpočet objemu hroubí s kůrou a bez kůry se použili formulace objemových tabulek dle Petráše ve tvaru matematických rovnic uvedené v Lesnickém časopise.,37, 1991.

Do počítače se zadaly vyrovnané výšky a tloušťky jednotlivých stromů.

$$\text{Objem s kůrou} = 568,56 \text{ m}^3$$

$$\text{Objem bez kůry} = 523,05 \text{ m}^3$$

6.2 Výpočty pro dřeviny BK, BR a JV

6.2.1 Tloušťková struktura

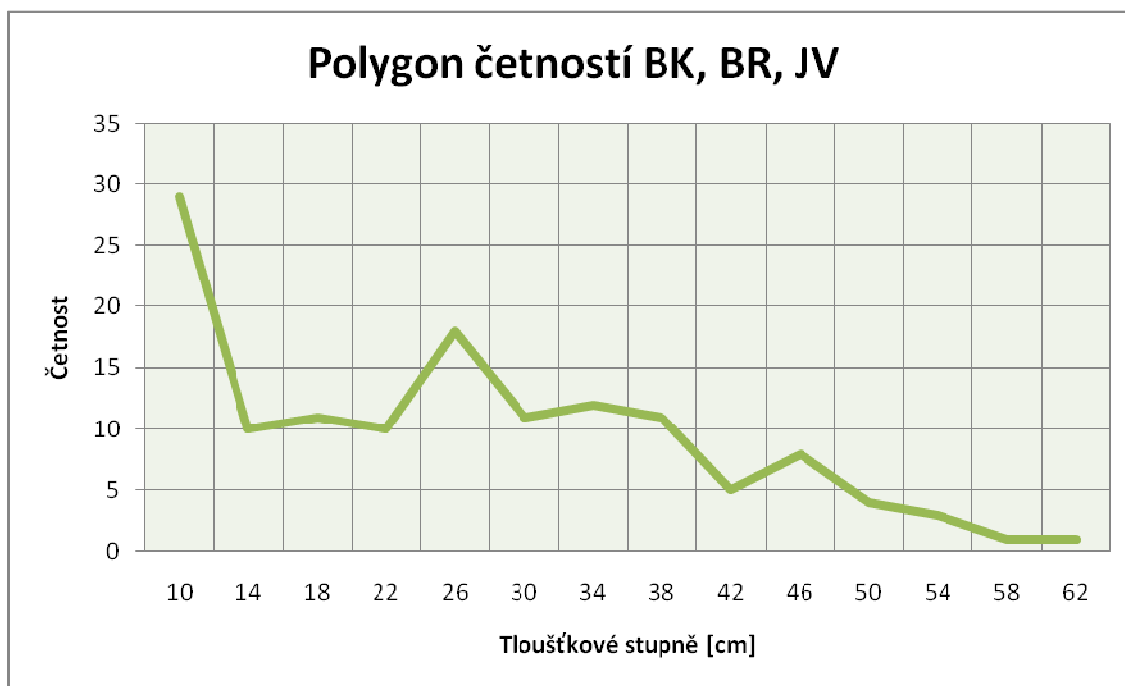
Tabulka č. 5: Rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů

Tloušťkové stupně	Interval	n
6	4,1 - 8	1
10	8,1 - 12	29
14	12,1 - 16	10
18	16,1 - 20	11
22	20,1 - 24	10
26	24,1 - 28	18
30	28,1 - 32	11
34	32,1 - 36	12

Tloušťkové stupně	Interval	n
38	36,1 - 40	11
42	40,1 - 44	5
46	44,1 - 48	8
50	48,1 - 52	4
54	52,1 - 56	3
58	56,1 - 60	1
62	60,1 - 64	1

Zdroj: Autor

Graf č 4: Rozložení četností v jednotlivých tloušťkových stupních



Zdroj: Autor

1) Aritmetická průměrná tloušťka \bar{d} , směrodatná odchylka a variační koeficient

Tabulka č 6: Výpočet \bar{d} , směrodatné odchylky a variačního koeficientu u SM

BK	
\bar{d} [cm]	28,55
Směrodatná odchylka	12,83
Variační koeficient	44,94

BR	
\bar{d} [cm]	10,44
Směrodatná odchylka	2,33
Variační koeficient	22,33

JV	
\bar{d} [cm]	31,00
Směrodatná odchylka	11,49
Variační koeficient	37,06

Zdroj: Autor

2) Střední tloušťka

Střední tloušťka d_g odpovídá tloušťce kmene, který má kruhovou základnu \bar{g} .

BK: $\bar{g} = 768,24 \text{ cm}^2$ $d_g = 31,28 \text{ cm}$

BR: $\bar{g} = 89,71 \text{ cm}^2$ $d_g = 10,69 \text{ cm}$

JV: $\bar{g} = 832,52 \text{ cm}^2$ $d_g = 32,56 \text{ cm}$

Střední tloušťka d_v

BK: $\bar{v} = \frac{V}{N} = 0,98 \text{ m}^3 \text{ sk}$ $d_v = 31,59 \text{ cm}$

BR: $\bar{v} = \frac{V}{N} = 0,04 \text{ m}^3 \text{ sk}$ $d_v = 12,35 \text{ cm}$

JV: $\bar{v} = \frac{V}{N} = 1,04 \text{ m}^3 \text{ sk}$ $d_v = 25,01 \text{ cm}$

Střední tloušťka d_w

BK: Pořadové číslo Weiseho kmene=75 $d_w = 33,67 \text{ cm}$

Pro BR a JV se kvůli nízkému počtu jedinců nepočítá.

3) Horní tloušťka porostu $d_{10\%}$

BK: $D_{10\%}=51,35$ cm

Pro BR a JV se kvůli nízkému počtu jedinců nepočítá.

6.2.2 Výšková struktura

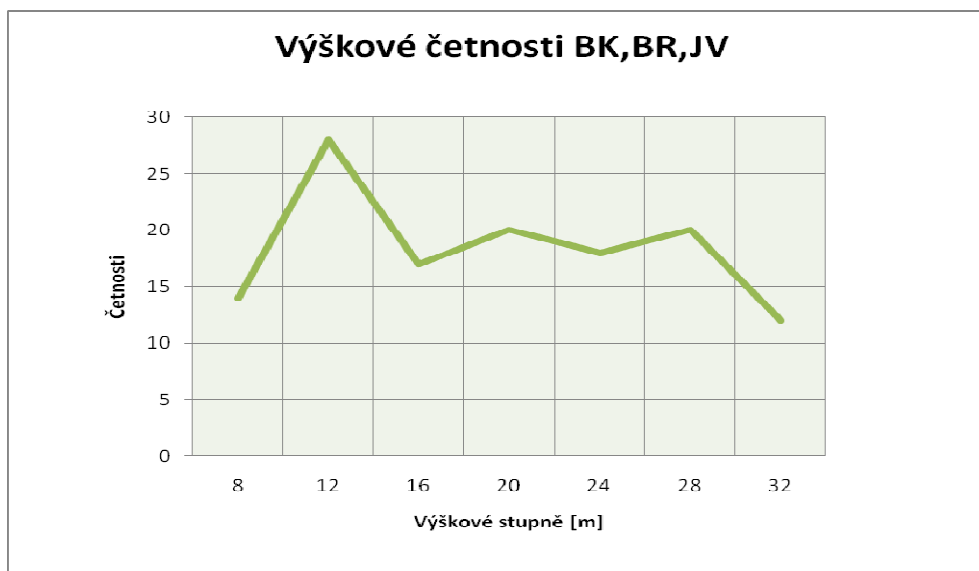
Tabulka č 7: Rozdělení počtu stromů do výškových stupňů

Výškový stupeň	Interval	<i>n</i>
8	6,1 - 10	14
12	10,1 - 14	28
16	14,1 - 18	17
20	18,1 - 22	20

Výškový stupeň	Interval	<i>n</i>
24	22,1 - 26	18
28	26,1 - 30	20
32	30,1 - 34	12
36	34,1 - 38	6

Zdroj: Autor

Graf č 5: Rozdělení četností výšek stromů



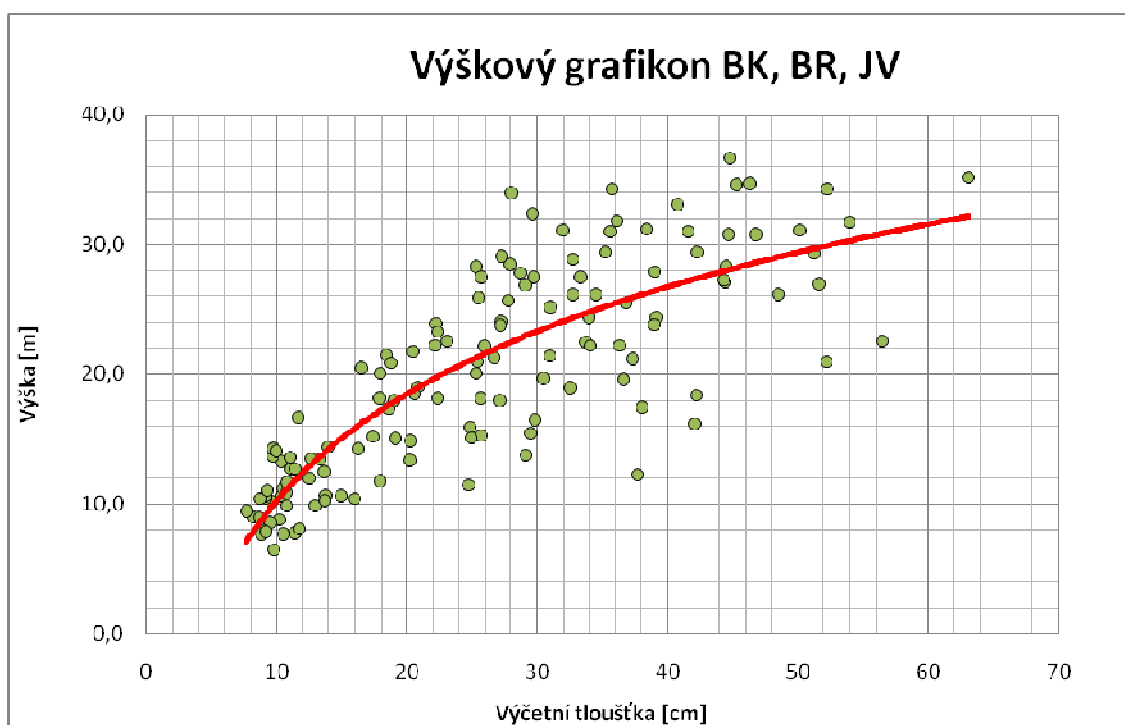
Zdroj: Autor

U těchto dřevin je vidět levostranné rozdělení výškových četností, které je typické pro nestejnověké dřeviny.

6.2.2.1 Vyrovnání výšek

Pro vyrovnání výšek BK, BR, JV byla použita rovnice $h = 11,89 \cdot \ln(d) - 17,16$

Graf č 6: Výškový grafikon z vyrovnaných výšek



Zdroj: Autor

1) Statistické charakteristiky

Tabulka č 8: Výpočet \bar{h} , směrodatné odchylky a variačního koeficientu

BK	
\bar{h} [m]	21,66
Směrodatná odchylka	7,656
Variační koeficient	35,35

BR	
\bar{h} [m]	10,67
Směrodatná odchylka	3,068
Variační koeficient	28,76

JV	
\bar{h} [m]	25
Směrodatná odchylka	3,83
Variační koeficient	15,32

Zdroj: Autor

2) Střední výška

Střední výška h_d odpovídající průměrné tloušťce \bar{d}

BK: $\bar{d}=21,66$ cm $h_d=22,69$ m

BR: $\bar{d}=10,67$ cm $h_d=10,73$ m

JV: $\bar{d}=25,00$ cm $h_d=23,67$ m

Střední výška h_g odpovídající tloušťce z kruhové základny d_g

BK: $d_g=31,28$ cm $h_g=23,78$ m

BR: $d_g=10,69$ cm $h_g=11,01$ m

JV: $d_g=32,56$ cm $h_g=24,25$ m

Střední výška h_v odpovídající tloušťce z průměrného objemu d_v

BK: $d_v=31,59$ cm $h_v=23,89$ m

BK: $d_v=12,35$ cm $h_v=12,73$ m

BK: $d_v=25,01$ cm $h_v=21,12$ m

Střední výška h_w odpovídající tloušťce Weiseho kmene d_w

BK: $d_w=33,67$ cm $h_w=24,65$ m

Pro BR a JV se kvůli nízkému počtu jedinců nepočítá.

3) Horní výška $h_{10\%}$ odpovídající průměrné horní tloušťce $d_{10\%}$

BK: $h_{10\%}=34,01$

Pro BR a JV se kvůli nízkému počtu jedinců nepočítá.

6.2.3 Výpočet zásoby porostu

Pro výpočet objemu hroubí s kůrou a bez kůry se použili formulace objemových tabulek ve tvaru matematických rovnic uvedené v Lesnickém časopise.,37, 1991.

Do počítače se zadaly vyrovnané výšky a tloušťky jednotlivých stromů.

BK:	Objem s kůrou = 111,127 m ³	Objem bez kůry = 102,451 m ³
BR:	Objem s kůrou = 0,662 m ³	Objem bez kůry = 0,662 m ³
JV:	Objem s kůrou = 4,148 m ³	Objem bez kůry = 3,813 m ³

6.3 Další charakteristiky porostu

1) **Zakmenění** - udává relativní míru využití prostoru porostu.

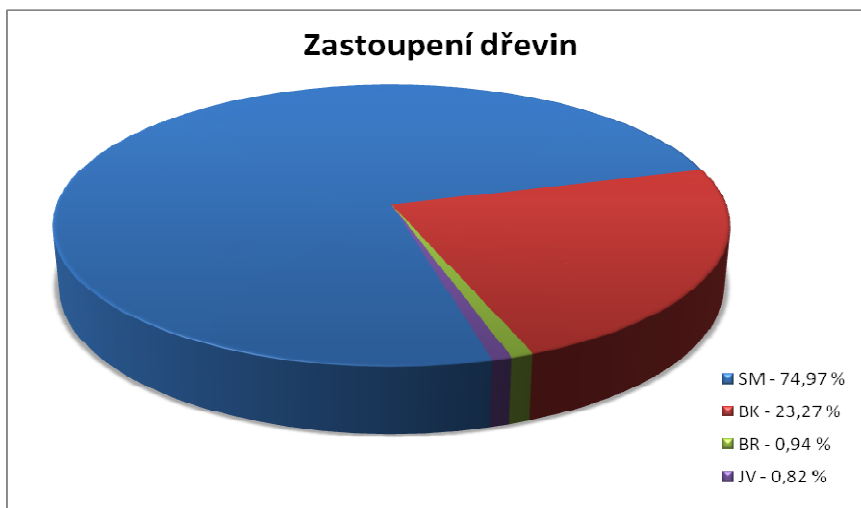
$$P_{red(SM)} = \frac{V_{SK(SM)}}{V_{RT(SM)}} = \frac{569}{540} = 1,053 \text{ ha} \qquad P_{red(BR)} = \frac{V_{SK(BR)}}{V_{RT(BR)}} = \frac{0,662}{50} = 0,013 \text{ ha}$$

$$P_{red(BK)} = \frac{V_{SK(BK)}}{V_{RT(BK)}} = \frac{111}{340} = 0,327 \text{ ha} \qquad P_{red(JV)} = \frac{V_{SK(JV)}}{V_{RT(JV)}} = \frac{4,148}{360} = 0,012 \text{ ha}$$

$$V^{\circ} = \frac{P_{red(SM+BK+BR+JV)}}{P} = \frac{1,404}{1,633} = 0,860 \cong 0,9$$

2) **Zastoupení dřevin** – určuje se jako % plošný podíl, kterým se dřevina svojí redukovanou plochou podílí na celkové redukované ploše porostu.

Graf č 7: Výpočet zastoupení dřevin



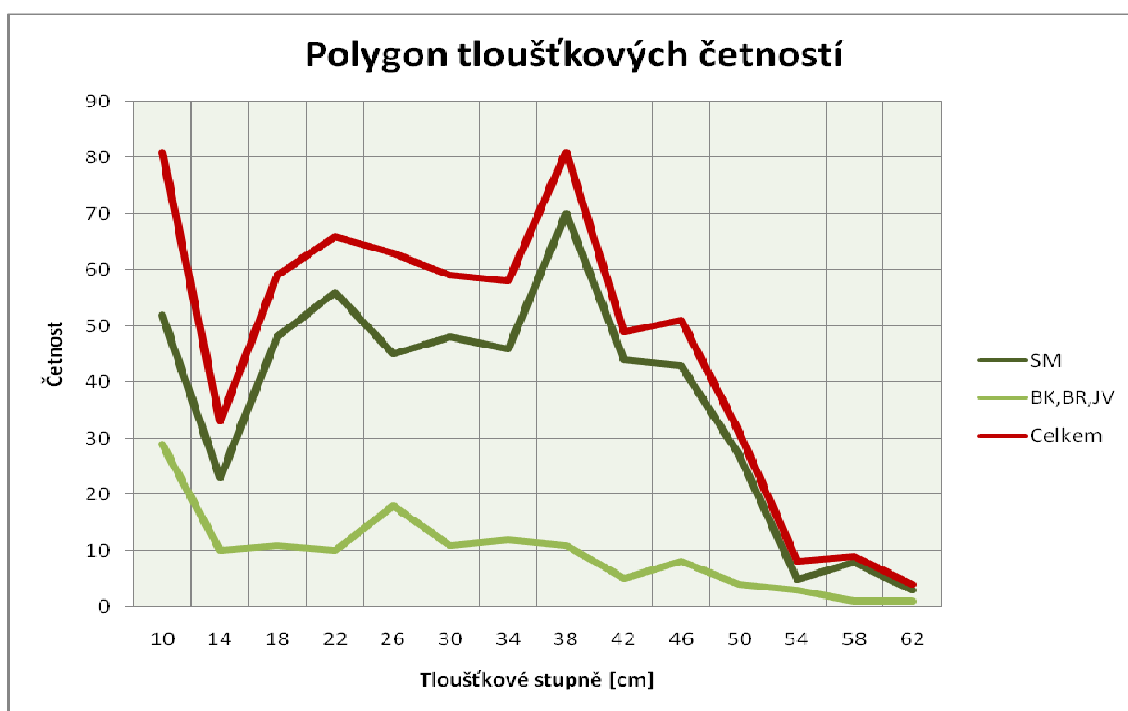
Zdroj: Autor

6.4 Závěrečná shrnutí

6.4.1 Tloušťková struktura

Z grafu č.8 je patrné, že zkoumaný porost ještě nemá v polygonu četností klesající průběh křivky typický pro rovnovážný stav výběrného hospodářského způsobu. Porost je oslaben ve středních a nejslabších tloušťkových stupních a zatím je ve fázi přestavby a bude směřovat k ideálnímu stavu.

Graf č 8: Polygon tloušťkových četností pro SM,BK,BR,JV a za celkem zkoumanou plochu



Zdroj: Autor

6.4.3 Výšková struktura

Z grafu č.9 je patrná výrazná pravostranná nesouměrnost výškových křivek. Jedná se o nesouměrnost biologické povahy, jelikož se stromy snaží kvůli získání lepších světelných podmínek, dostat do horní úrovně porostu.

Graf č. 9: Polygon výškových četností pro SM,BK,BR,JV a za celou zkoumanou plochu



Zdroj: Autor

6.4.3 Zásoba celkem

Tabulka č. 9: Zásoba dřevin

Dřevina	Počet stromů	V s. k. [m ³]	V b. k. [m ³]	V [m ³]
SM	532	568,6	523,0	1,07
BK	113	111,1	102,5	0,98
BR	18	0,7	0,7	0,04
JV	4	4,1	3,8	1,04
Σ	667	684,5	630,0	

Zdroj: Autor

6.5 Časová náročnost

Nejnáročnějším měřením se zdálo být měření vodorovných vzdáleností přístrojem Vertex Laser. Vzhledem k tomu, že přirozené zmlazení porostu je místy velmi husté, nebylo možné použít měření laserem a měření ultrazvukovým signálem bylo nutné pro správný výsledek několikrát opakovat.

Při měření výčetních tloušťek pomocí digitální průměrky docházelo k nesnázím pouze v přístupu k jednotlivým stromům přes velmi husté přirozené zmlazení.

Měření výšek pomocí výškoměru Vertex III bylo pro měřiče nejsnadnější a shledávalo obtíže jen ve vyhledání vhodného místa k zaměření vrcholu stromu. Naopak obsluha Vertex Laseru, kapesního počítače Trimble Recon a buzoly byla pro měřiče nejnáročnější z hlediska času a zodpovědnosti.

Středky jednotlivých ploch byly umístovány cca 65 m od sebe a jednotlivé plochy tvořily tvary připomínající obdélníky. Z hlediska členitosti terénu nebylo někdy možné odměřit celou vzdálenost najednou a mezi středky jednotlivých ploch musely vznikat pomocné body, které následně mírně znesnadňovaly výpočty souřadnic jednotlivých stromů.

Kompletní změření taxačních veličin a souřadnic jednotlivých stromů pomocí tří měřičů na ploše 1,63 ha trvalo zhruba 50 hodin. Časová náročnost měření je však značně závislá na členitosti terénu, zakmenění porostu, hustoty přirozeného zmlazení porostu a zkušenosti měřičů.

Při kancelářských pracích v programu MS Excel bylo časově nejnáročnější vyhotovení souřadnic jednotlivých stromů a následné spojení všech ploch do jednoho celku v pravoúhlém souřadnicovém systému s počátečním bodem 0.

7. ZÁVĚR

Všechny cíle této práce byly splněny. Podařilo se úspěšně vyzkoušet sběr dat v terénu pomocí moderních dendrometrických přístrojů na ploše celého zájmového území v různorodém porostu. Byla odzkoušena i metodika práce s těmito přístroji v nepříznivých podmínkách jako byl déšť a velmi husté přirozené zmlazení, které práci znesnadňovalo ze všeho nejvíce.

Měřičům se podařilo postupem času lépe spolupracovat, zlepšovat efektivitu práce s přístroji a tím i rychlost měření. V zájmovém území byla zvolena metoda celoplošného průměrkování a použití kombinace těchto přístrojů umožnilo opatřit veškeré stromy v zájmovém území souřadnicemi, čehož se dá vzhledem ke snadnému dohledání všech stromů v budoucnu využít pro mnohé další výzkumy.

Při navázání na tento výzkum v diplomové práci a kompletnímu přeměření celé plochy se dá očekávat nárůst tloušťkových četností v nejnižších stupních vzhledem k hustému zmlazení. Změřená data by se mohla využít např. pro hledání ukazatelů těžby v bohatě strukturovaných porostech a návrh optimalizace pěstebních zásahů pro les výběrný.

Při zpracování naměřených dat se podařilo vypočítat všechny souřadnice stromů a jednotlivé plochy, ze kterých bylo prováděno měření, k sobě spojit bez jakýchkoliv viditelných známek toho, že by došlo k překryvům nebo mezerám. Tím vznikl grafický přehled vypovídající o přesném rozmístění stromů v porostu, jejich tloušťce a druhu dřeviny.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

8.1 Literatura

- Brunclík O., Beneš S., Vlk K., 1986: Geologie a půdoznalství, IIIa Geologie. Praha: VŠZ., 127 s.
- Ekoles – projekt s.r.o. 2003: Všeobecná část LHP. LHC Jablonec nad Nisou
- Elektronický výškoměr VERTEX III Uživatelská příručka, Haglöf Sweden AB, Silvi Nova CS, a.s. 2008, 13 s.
- Friedl K. et al., 1991: Chráněná území v České republice. Nakladatelství Informatorium, Praha, 274 s.
- Chaloupský J. a kol., 1989: Geologie Krkonoš a Jizerských hor. Ústřední ústav geologický v Akademii, nakl. Československé akademie věd. Praha, 288 s.
- Korf V. a kol. 1972: Dendrometrie. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 371 s.
- Korpel Š., Saniga M., 1993: Výběrný hospodářský způsob. VŠZ – Lesnická fakulta Praha a Matice lesnická Písek, 127 str.
- Kos J., Maršáková M., 1997: Chráněná území České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 191 s.
- Lesnícky časopis, 37, 1991, č.1, str. 49 – 56, Bratislava, 15. 2. 1991
- MANTAX Digitech Uživatelská příručka, Haglöf Sweden AB, Silvi Nova CS, a.s. 2008, 20 s.
- Musil I., 2005: Listnaté dřeviny: přehled dřevin v rámci systému rostlin krytosemenných. Česká zemědělská univerzita v Praze, 216 s.
- Musil I., 2003: Lesnická dendrologie 1. Česká zemědělská univerzita v Praze, 177 s.
- Plíva K., Žlábek I., 1986: Přírodní lesní oblasti ČSR. Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 313 s.
- Poleno Z., Vacek S. a kol 2007: Teoretická východiska pěstování lesů. Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými Lesy, 463 s.
- Průša E., 2001: Pěstování lesa na typologických základech. Kostelec nad černými lesy, 593 s.

Řehoř A., 2009: Zjištění základních dendrometrických parametrů lesního porostu pomocí reprezentativních metod a moderních elektronických systémů POSTEX a DIGITECH PROFESSIONAL. DP

Šmelko Š., a kol. 2003: Meranie lesa a dreva. Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov lesného a vodného hospodárstva SR, Zvolen, 239 s.

Šmelko Š., 2000: Dendrometria. Technická univerzita, Zvolen, 399 s.

Trimble Recon uživatelská příručka, 2006, 36 s.

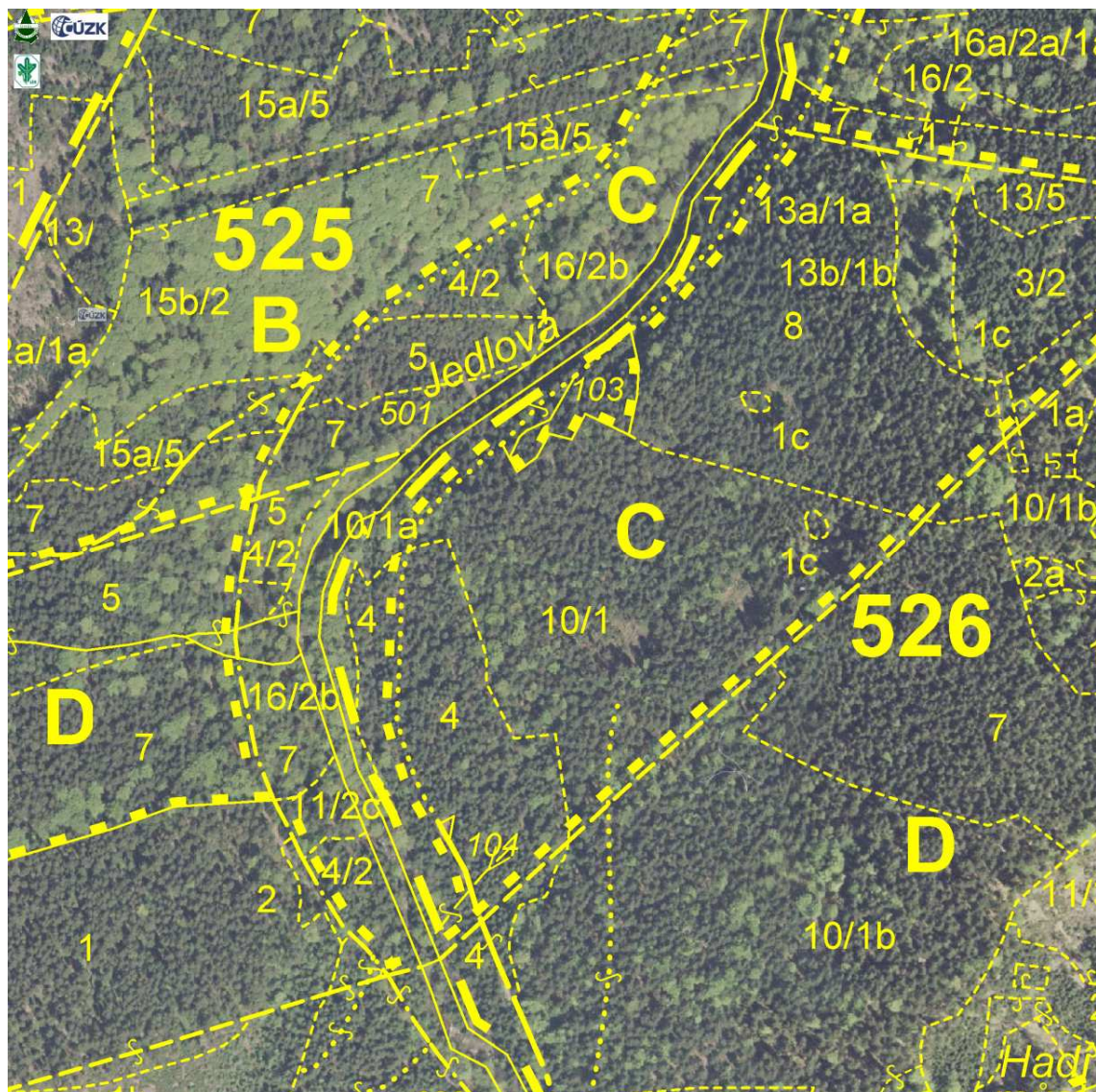
Vacek S., Podrázský V., 2006: Přírodě blízké lesní hospodářství v podmínkách střední Evropy. Česká zemědělská univerzita v Praze, 74 s.

Vertex Laser uživatelská příručka, Haglöf Sweden AB, Silvi Nova CS, a.s. 2008, 20 s.

8.2 Internetové zdroje

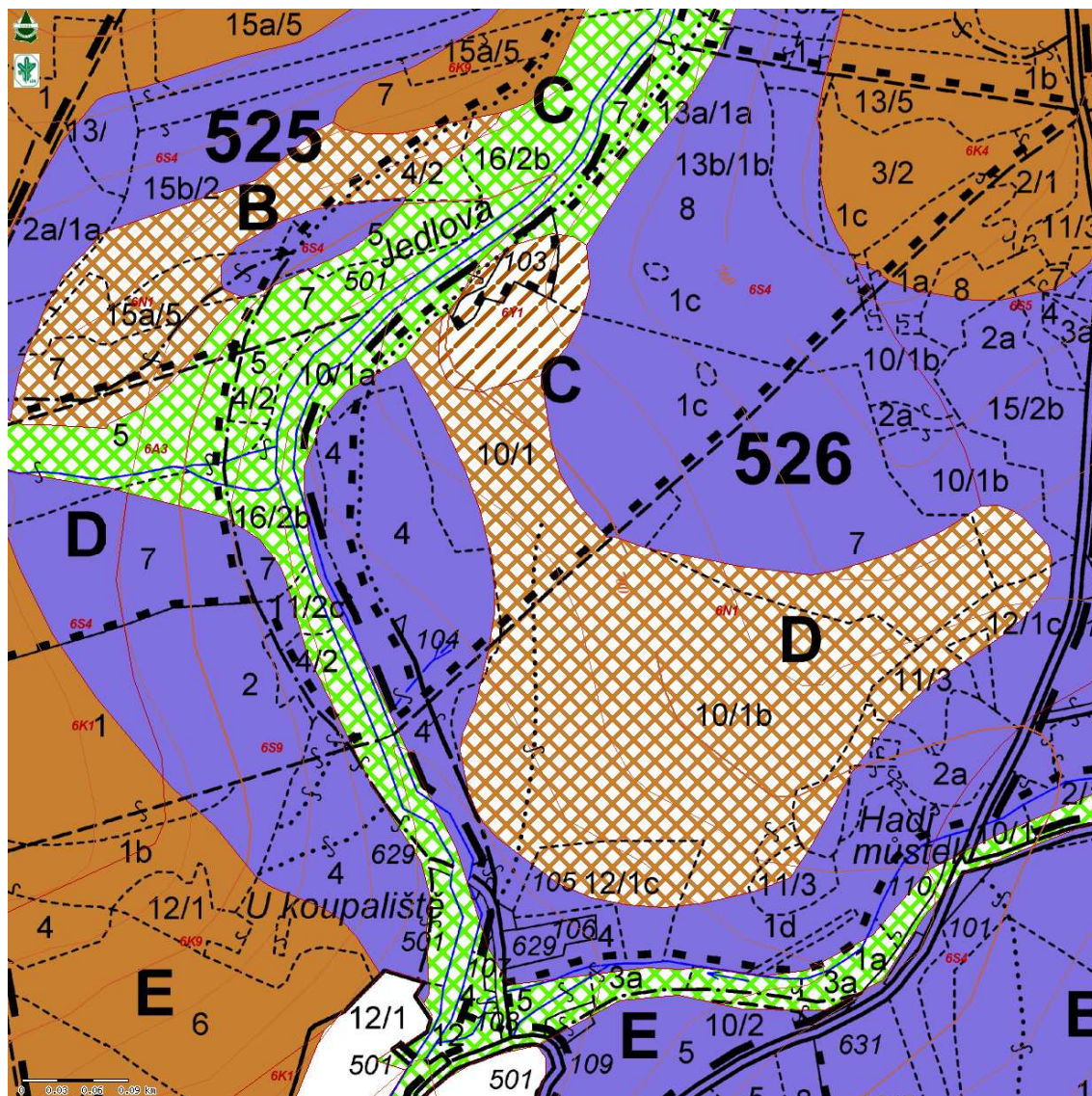
ÚHÚL Brandýs nad Labem, dostupné: <http://geoportal2.uhul.cz/>, 12.04.2011

Příloha č.2 – Porostní obrysová mapa zájmové oblasti spojená s ortofoto podkladem



Zdroj: ÚHÚL Brandýs nad Labem

Příloha č.3 – Typologická mapa



Zdroj: ÚHÚL Brandýs nad Labem

Příloha č. 4 – Přístroje

Digitální průměrka Mantax Digitech



Zdroj: MANTAX Digitech Uživatelská příručka

Kapesní počítač Trimble Recon



Zdroj: Trimble Recon uživatelská příručka

Výškoměr Vertex III



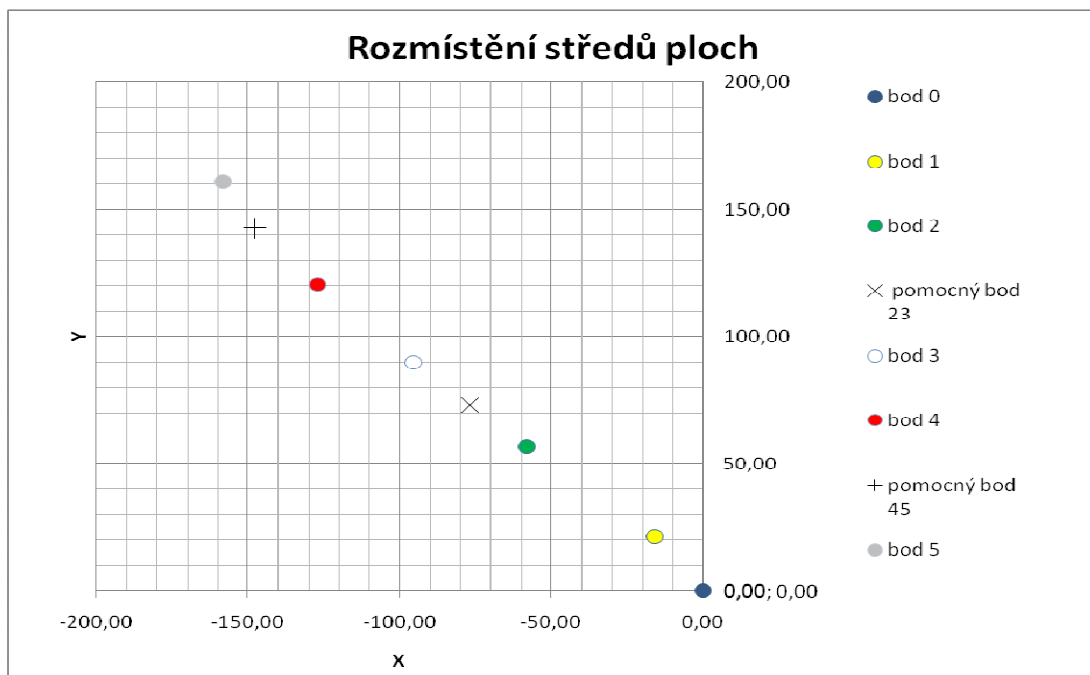
Zdroj: Elektronický výškoměr VERTEX III Uživatelská příručka

Výškoměr Vertex Laser



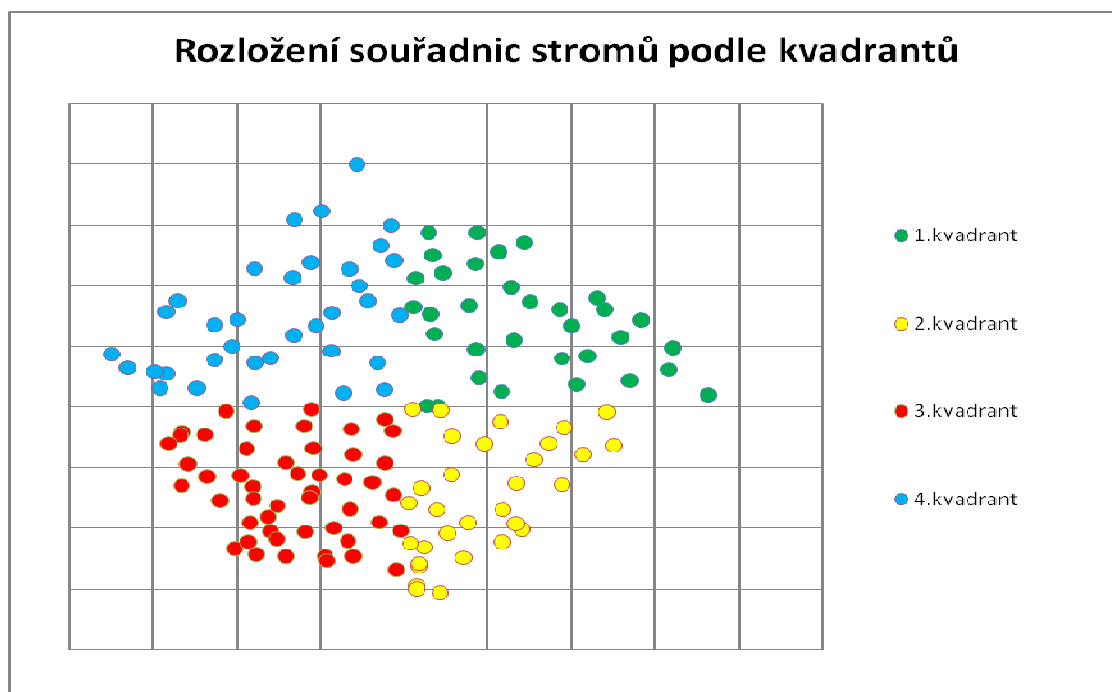
Zdroj: Vertex Laser uživatelská příručka

Příloha č.5 – Rozmístění středů ploch



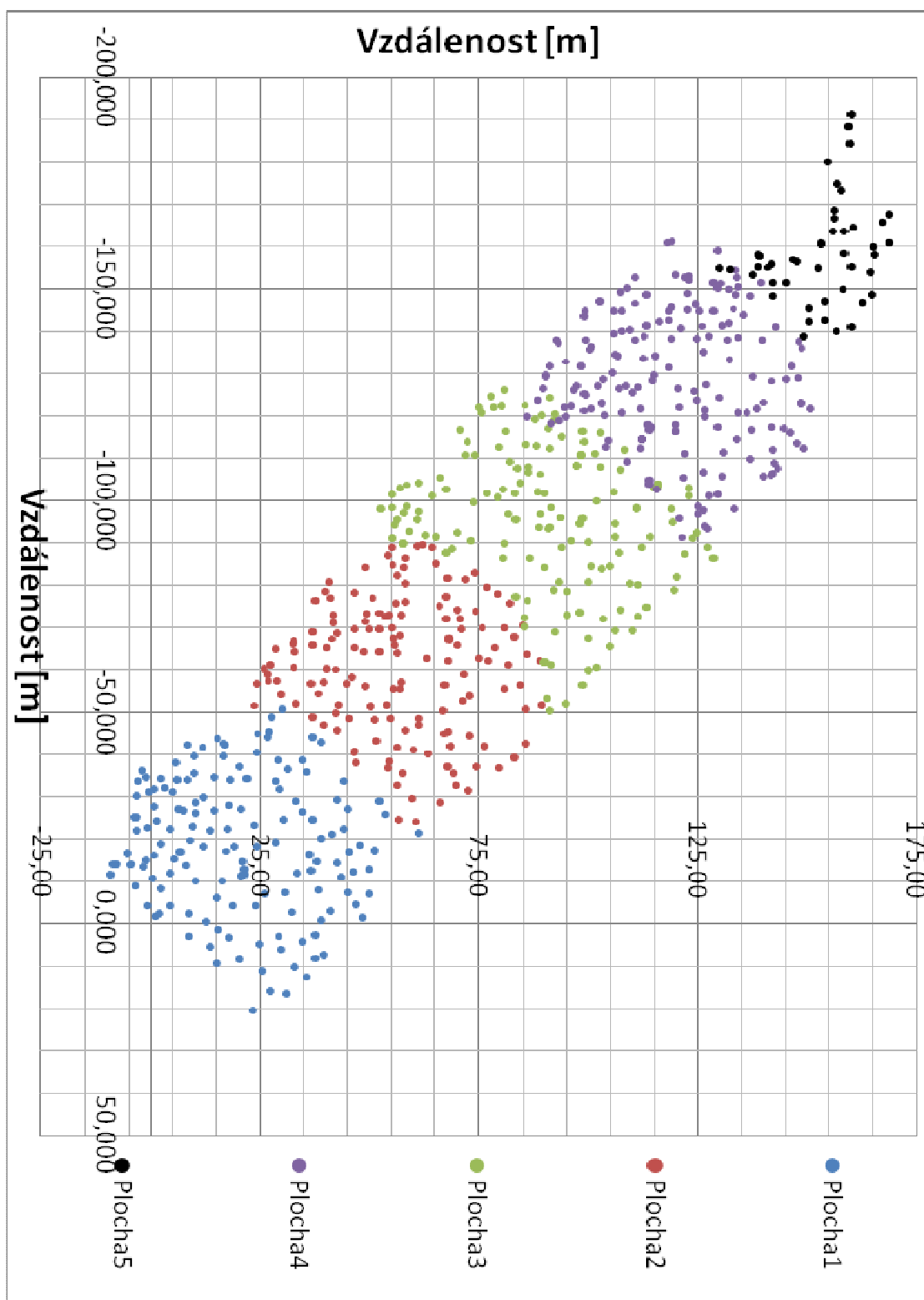
Zdroj: Autor

Příloha č.6 – Rozložení souřadnic stromů podle kvadrantů



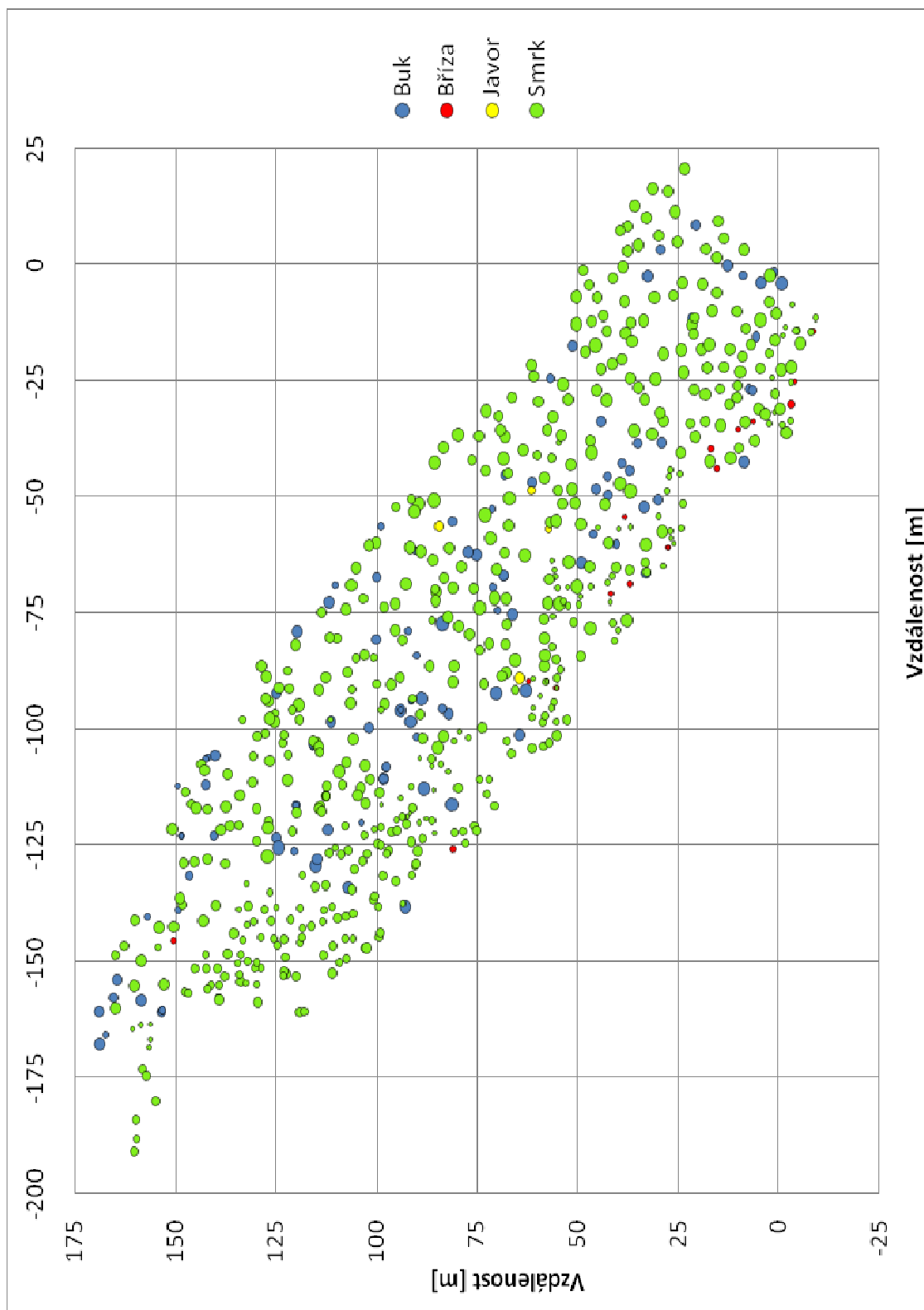
Zdroj: Autor

Příloha č.7 – Zkompletovaná plocha a barevné dlišení stromů dle příslušnosti k plochám



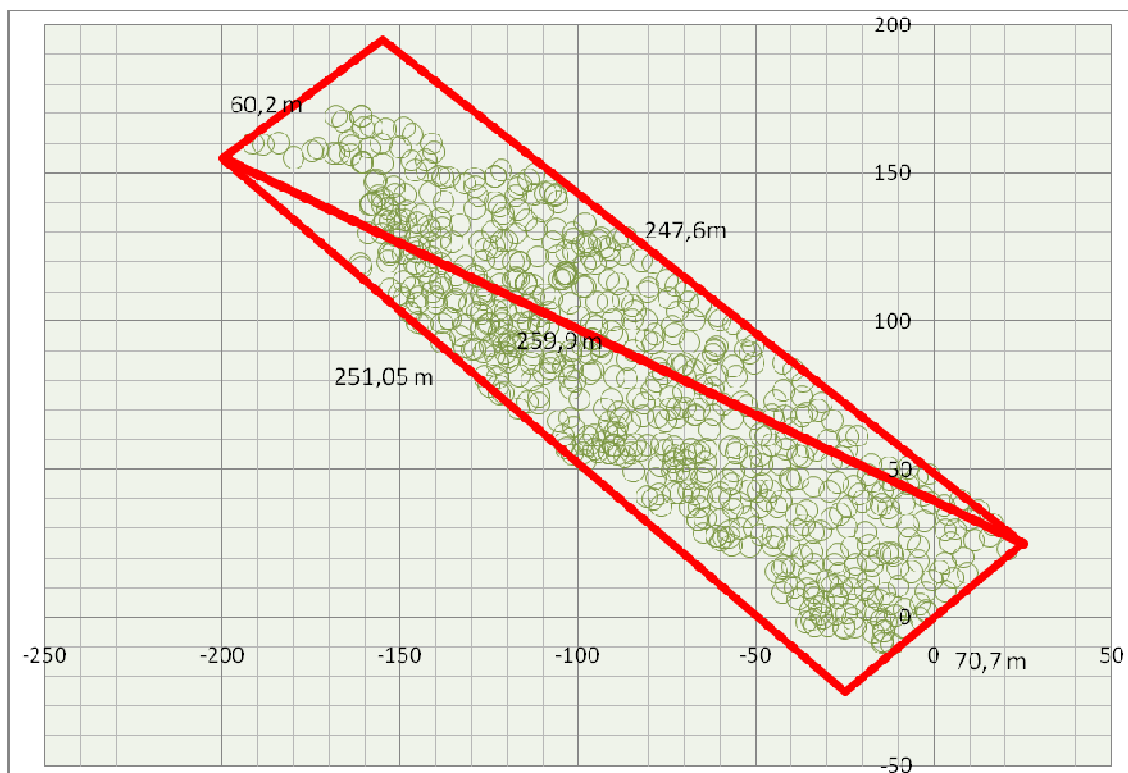
Zdroj: Autor

Příloha č. 8 – Rozmístění dřevin na zájmovém území



Zdroj: Autor

Příloha č. 9 – Výpočet plochy zájmového území



Zdroj: Autor