

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



**Diplomová práce**

**Struktura a produkce čistých a smíšených porostů  
douglasky tisolisté na výsypkách Sokolovska**

**Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra pěstování lesů  
Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Netolický František

Lesní inženýrství

Název práce

**Struktura a produkce čistých a smíšených porostů douglasky tisolisté na výsypkách Sokolovska**

Anglický název

**Structure and function of pure and mixed stands of Douglas fir on the reclamation areas of the Sokolov region**

### Cíle práce

Cílem práce je vyhodnotit zásobu a produkci čistých a smíšených porostů douglasky tisolisté na výsypkových stanovištích Sokolovska - lokalita Antonín

### Metodika

- výběr ploch s výskytem douglasky na lokalitě Antonín - čisté porosty a porosty smíšené s jinými dřevinami
- založení výzkumných ploch
- měření - výška, nasazení koruny, výčetní tloušťky
- hodnocení zásoby a průměrného přírůstu
- doporučení pro další zásahy a pěstování porostů

### Harmonogram zpracování

měření - podzim 2011,  
zpracování - zima 2012  
odevzdání práce - jaro 2012

## Rozsah textové části

min. 40 s.

## Klíčová slova

Douglaska, čisté porosty, smíšené porosty, struktura, produkce, Sokolovsko

## Doporučené zdroje informací

Dimitrovský K., 2001: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, a.s., Sokolov, 191 s.

Dimitrovský K., 2008: Růst, vývoj a morfogenní vlastnosti dřevin - základní rekultivační dendrologie. Zpravodaj Hnědé uhlí 1/2008, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a.s., Most, 15-31 s.

Dimitrovský K., Nechanický M., Kloubská K., 2001: Dendrologické aspekty pro zakládání lesních porostů na výsypkových stanovištích. Sborník konference Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí 14.-18. 5. 2001, Teplice, 8 s.

Dimitrovský K., Vesecký J., 1989: Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 132 s.

Farjon A., 2001: Word checklist and bibliography of Conifers. Second edition. Royal Bot. Gards., Kew, Richmond, UK., 309 s.

Frýdl J., Šindelář J., 2004: Šlechtění a introdukce dřevin v ekologicky orientovaném LH. Online: <http://lesprace.silvarium.cz/content/view/408/20/,1> s.

Míchal I., Petříček V. a kol., 1999: Péče o chráněná území, díl II. - Lesní společenstva, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 79 s.

## Vedoucí práce

Podrázský Vilém, prof. Ing., CSc.

## Konzultant práce

Ing. Dimitrovský

## Termín odevzdání

duben 2012

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan fakulty

V Praze dne 13.4.2012

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pod vedením prof. Ing. Viléma Podrázského, CSc. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Horním Slavkově, dne 22.04.2012

František Netolický

## **Poděkování**

Děkuji prof. Ing. Vilému Podrázskému, CSc. z Fakulty lesnické a dřevařské na ČZU Praha, Ing. Konstantinu Dimitrovskému ze Sokolovské uhelné a.s. a Bc. Renému Glossovi z LČR za pomoc, věnovaný čas a poskytnutí materiálů pro vypracování této diplomové práce.

**Abstrakt:**

Vzhledem k tomu, že na Sokolovsku stále probíhá těžební činnost, je otázka rekultivací i nadále aktuální. Při lesnické rekultivaci na antropogenních půdách je prioritou zalesnění těchto ploch, s čímž souvisí zejména výběr vhodných dřevin domácích i introdukovaných. Výsadba introdukovaných dřevin je tématem diskuzí již několik let. I přes jejich vysokou produkční schopnost a kladný vliv na půdu mají tyto dřeviny své odpůrce. Ovšem ani pěstování původních dřevin nelze zavrhnout. Některé z nich mají podobně jako introdukované dřeviny kvalitní růst, ale srovnatelných výsledků dosahují až v delším časovém horizontu. Předkládaná práce dokazuje, že douglaska tisolistá, jako introdukovaná dřevina, roste na antropogenních substrátech velmi dobře a je tedy vhodnou dřevinou pro rekultivační výsadby. Pěstování introdukovaných dřevin není špatnou volbou, je ale vždy nutné vybrat správný ekotyp.

**Klíčová slova:** rekultivace, Sokolovsko, lesnické rekultivace, douglaska, vliv dřevin

**Abstract:**

Considering the fact that in the area of Sokolovsko is still mining, recultivation is an actual option. During a forest recultivation on anthropogenetic soil is a priority to plant trees in this area. To manage this we always have to select the right type of domestic or introduced woody plant. Planting of the introduced woody plants is a topic of many discussions for the past years. Even though they have a high productivity as well as positive impact on the soil there is still a lot of opponents. Certainly we can not reject the planting of domestic woody plants. Some of them has a good quality growth but compare to the introduced ones the domestic woody plants reach the same growth in longer time period. This work confirms that douglas fir (*Pseudotsuga mensiesi*) which is one of introduced woody plants grows on antropogenetics substrates very well and it is the right woody plant for planting recultivation. Planting of introduced woody plants is not a bad choice but we always have to consider the rigt type.

**Key words:** recultivation, Sokolovsko, forest rucultivation, douglas fir, influence of woody plants

<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1. CÍL PRÁCE.....	2
<b>2. ROZBOR PROBLEMATIKY.....</b>	<b>3</b>
2.1. REKULTIVACE.....	3
2.1.1. Historie.....	3
2.1.2. Rekultivační fáze.....	4
2.1.2.1. Přípravná fáze.....	4
2.1.2.2. Provozně-technologická fáze.....	4
2.1.2.2.1. Výsypky.....	5
2.1.2.3. Biologická fáze.....	5
2.1.2.3.1. Zemědělské rekultivace.....	6
2.1.2.3.2. Lesnické rekultivace.....	6
2.1.2.3.3. Hydrické rekultivace.....	7
2.1.2.3.4. Ostatní rekultivace.....	7
2.1.2.4. Postrekultivační fáze.....	7
2.2. INTRODUKCE.....	7
2.2.1. Vývoj v Evropě a ČR.....	7
2.2.2. Aklimatizace.....	8
2.2.3. Důvody a podmínky introdukce.....	9
2.2.4. Douglaska tisolista v ČR.....	10
2.3. BIOLOGIE ZKOUMANÝCH DŘEVIN.....	11
2.3.1. Douglaska tisolista ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> ).....	11
2.3.2. Modřín opadavý ( <i>Larix decidua</i> ).....	13
2.3.3. Borovice vejmutovka ( <i>Pinus strobus</i> ).....	16
2.4. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....	18
2.4.1. Úvod.....	18
2.4.2. Podnebí.....	20
2.4.3. Biogeografická specifikace.....	20
2.4.4. Půdní podmínky.....	21
<b>3. METODIKA.....</b>	<b>22</b>
3.1. CHARAKTERISTIKA PLOCH.....	22
3.1.1. Plocha č. 1 - Douglaska tisolista.....	22

3.1.2.	<i>Plocha č. 2 - Douglaska tisolistá, modřín opadavý</i> .....	23
3.1.3.	<i>Plocha č. 3 - Douglaska tisolistá, borovice vejmutovka</i> .....	24
3.2.	MĚŘENÍ A STANOVENÍ DENDROMETRICKÝCH CHARAKTERISTIK .....	26
3.2.1.	<i>Měření tloušťek</i> .....	26
3.2.2.	<i>Měření výšek</i> .....	28
3.2.3.	<i>Měření výšky nasazení živé koruny</i> .....	30
3.2.4.	<i>Měření vertikálních úhlů (sklonu)</i> .....	30
3.2.5.	<i>Chyby při měření</i> .....	31
3.3.	STANOVENÍ ZÁSObY POROSTŮ .....	31
3.4.	ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ.....	32
<b>4.</b>	<b>VÝSLEDKY</b> .....	<b>32</b>
4.1.	PLOCHA Č. 1 - DOUGLASKA TISOLISTÁ.....	32
4.2.	PLOCHA Č. 2 - DOUGLASKA TISOLISTÁ, MODŘÍN OPADAVÝ .....	35
4.3.	PLOCHA Č. 3 - DOUGLASKA TISOLISTÁ, BOROVICE VEJMUTOVKA .....	38
<b>5.</b>	<b>DISKUZE</b> .....	<b>42</b>
5.1.	SROVNÁNÍ DOUGLASKOVÝCH POROSTŮ .....	42
5.2.	SROVNÁNÍ DOUGLASKY A JINÝCH DŘEVIN .....	44
5.3.	DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ HOSPODAŘENÍ .....	45
<b>6.</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>46</b>
<b>7.</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>47</b>
<b>8.</b>	<b>PŘÍLOHY</b> .....	<b>49</b>



# 1. Úvod

Otázka rekultivací se v poslední době stává velmi důležitým tématem mnoha diskuzí, protože na Sokolovsku těžba hnědého uhlí ustává a za několik let či desetiletí skončí úplně. Poté zde zůstanou obrovské plochy přeměněné krajiny, kterou bude potřeba upravit, a pokud možno vrátit do funkčního stavu, z hlediska produkce, mimoprodukčních funkcí i přírodních prvků. Nejde ovšem jen o výsadby dřevin, jak je tomu u lesnických rekultivací, ale také o úpravu terénu a v neposlední řadě také úpravu vodního režimu, který se díky přemístování zeminy změnil zásadním způsobem. Při rekultivacích nejde jen o estetičnost, ale zejména o ekonomiku činnosti. Na Sokolovsku mají rekultivace dlouhou tradici, protože tato oblast je již několik desítek let pozměňována a ovlivňována těžbou nerostných surovin.

Nelze si představovat, že se na těchto antropogenních substrátech mohou použít dřeviny, které působí velmi esteticky v hospodářských lesích či jako výsadba v parcích, neboť tyto dřeviny by rostly pomalu nebo by na těchto plochách nerostly vůbec. Proto je téma introdukce více než aktuální. Některé introdukované dřeviny na těchto plochách vykazují dobré výsledky, a naopak některé z našich domácích dřevin se ukazují jako ztrátové. Je třeba si uvědomit, že na těchto lokalitách dřeviny nerostou svým obvyklým způsobem, ať už je to rychlost růstu, kvalita sortimentu, odolnost vůči biotickým a abiotickým činitelům či morfologický růst. Na těchto územích je u dřeviny velmi důležitou vlastností schopnost uchytit se a vykazovat alespoň minimální přírůst. Také si musíme uvědomit, že zde nelze hospodařit jako v běžném hospodářském lese. Tyto porosty zůstanou po celou dobu svého růstu jen plochami s funkcí estetickou, vodohospodářskou a půdoochrannou. Kvůli tomu, že tyto porosty lze jen těžko vychovávat, je třeba se zamyslet, které dřeviny budou růst bez velké pomoci člověka. Z hospodářského hlediska tedy lze pouze zajišťovat ochranu proti zvěři v mládí porostů, a poté již jen odstraňovat případné vývraty či zlomy, kterými dřeviny na zdejších lokalitách trpí.

## **1.1. Cíl práce**

Cílem předkládané práce je vyhodnotit stav porostů douglasky tisolisté na zvolené lokalitě (rekultivační lesnické arboretum Antonín), zhodnotit její růst, prosperitu a posoudit možnosti jejího uplatnění v rámci lesnické rekultivace na studovaném místě. Z naměřených výsledků vyhodnotit, zda je tato dřevina vhodná pro rekultivace i na jiných výsypkách či haldách.

## 2. Rozbor problematiky

### 2.1. Rekultivace

#### 2.1.1. Historie

Rekultivace znamená snahu o obnovení biologických funkcí v krajině významně pozměněné lidskou činností, zejména těžbou, případně nové využití krajiny člověkem. Jde o soubor postupů, které mají za úkol zahladit negativní antropogenní zásahy do přírody. Jedná se o úpravu území postiženého těžbou nerostných surovin (zbytkové jámy, výsypky) nebo jinou dočasnou lidskou činností.

Otázka, co s narušeným územím po těžbě nerostných surovin, se řeší již dlouhou dobu. Způsob rekultivací se v průběhu času měnil. Už v roce 1854 (23. května) vydal císař František Josef I. obecný horní zákon vyhlášený patentem č. 146 říšského zákoníku. Tento zákon, který platil přes 100 let, ukládal povinnost pečovat o to, aby důlní činností postižené pozemky byly vráceny svému původnímu účelu. Zákon vycházel z tehdejších společenských podmínek a názorů na ochranu půdy a na svou dobu byl velmi pokrokový.

Roku 1910 byla uspořádána první česká konference zabývající se problematikou rekultivací. Byla zde zdůrazněna snaha o zásadnější řešení rekultivace půd, to se nedařilo. Pozemky, kde se těžilo, vlastnili bánštitelé a neexistovala žádná právní možnost, jak je přinutit tyto pozemky rekultivovat. Vlastníci pozemků mohli využívat půdu podle svého uvážení. V průběhu první světové války bylo dokonce využíváno válečných zajatců pro zalesňování tzv. pinek, tj. propadlin vzniklých následkem hlubinné těžby.

Meziválečné období bylo charakteristické opakovanou snahou o prosazení rekultivačního zákona. Ten se však podařilo prosadit až o desítky let později.

Po druhé světové válce došlo k zásadnímu obratu. Rozvoj průmyslu, a tím i těžby nerostných surovin a přechod zemědělské výroby na socialistické výrobní formy způsobily, že půda, jako základní výrobní prostředek, nabývala pro národní hospodářství stále většího významu. V roce 1957 byl projednán a 5. července téhož roku schválen zákon č. 41/1957 Sb., o využití nerostného bohatství (horní zákon), který zrušil obecný horní zákon z roku 1854 a ve svých ustanoveních § 32 odst. 2 a § 52 odst. 1 a 2 jednoznačně stanovil provést opatření k zabránění škod na pozemcích a usnadnil jejich úpravu za účelem rekultivace.

V šedesátých letech se prosadilo využívání skrývkové ornice k zemědělské rekultivaci vytěžených důlních jam. Před započítáním těžby totiž bývá z dotčeného území do určité hloubky odstraněna vrstva úrodné zeminy - skrývky. K jejímu efektivnějšímu využití vedlo především tehdejší vládou vyžadované rozšiřování plochy orné půdy. V lesnických rekultivacích se postupně začíná využívat širší sortiment dřevin zahrnující nejen nenáročné přípravné dřeviny (olše, bříza), ale i dřeviny meliorační (buk, dub, javor, lípa) a cílové (smrk, borovice) - tedy takové, jejichž pěstování poskytuje dostatečně vysoké zisky.

Od osmdesátých let se při rekultivacích začíná uplatňovat výstavba například autodromu, hippodromu, golfového hřiště, malého letiště apod. Problémem je, že podobné drahé investice ukrajovaly a ukrajují podstatnou část z prostředků určených pro obnovu velkých ploch krajiny, na kterou pak samozřejmě zbývá mnohem méně peněz.

V devadesátých letech dostává přednost lesnická rekultivace před ornou půdou. Objevuje se rekultivace hydrologická, tj. vytváření nejrůznějších vodních ploch, mokřadů a jiných vodních ekosystémů. Některé vytěžené plochy slouží i k výstavbě nových obytných celků či průmyslových komplexů.

Pokud jde o zákonné normy, roku 1988 byl schválen dodnes platný horní zákon č. 44/1988 Sb. Druhý velmi významný legislativní krok byl učiněn v devadesátých letech (zákon o životním prostředí č. 17/1992 Sb.), kdy byl schválen zákon ukládající těžebním společnostem vytvářet rezervu na sanaci a rekultivaci.

## **2.1.2. Rekultivační fáze**

### **2.1.2.1. Přípravná fáze**

Před zahájením dobývání nerostu každá těžbařská společnost vypracuje plán sanací a rekultivací, které budou následovat po ukončení dobývacích prací. Tento plán do detailů určuje, jak bude krajina vypadat, až těžební společnosti skončí svou práci a odejdou.

### **2.1.2.2. Provozně-technologická fáze**

Tato etapa je soubor opatření technického charakteru předcházející biologické fázi. Vytváří se podmínky pro následnou formu a efektivitu rekultivace. Fáze se

překrývá s obdobím skrývání nadložního masivu a s těžbou vlastního užitkového nerostu. Rozhoduje se o umístování výsypek v krajině, vhodného umístění odvalů, volbu jejich tvaru, úpravu povrchu a sklonu selektivního odklizení nadložních zemin do míst budoucí rekultivace. V této fázi je možná i úprava terénu.

#### **2.1.2.2.1. Výsypky**

Výsypky jsou recentní útvary vzniklé sypáním skrývaných nadložních zemin při povrchovém dobývání hnědouhelné sloje. Podle plošné výměry se výsypky u nás řadí na první místo mezi recentními útvary.

Rozeznáváme tyto typy výsypek:

1. vnější – geomorfologicky situované mimo areál těžebního pole
2. vnitřní – geomorfologicky situované v areálu těžebního pole

Výsypky mohou mít geomorfologický tvar:

- a) podúrovňový – je-li povrch výsypky pod úrovní okolního terénu,
- b) úrovňový – splývá-li povrch výsypky s okolním terénem
- c) převýšený – jsou-li skryté nadložní zeminy ukládány vertikálně a etážovitě nad okolní terén.

Dále se výsypky rozlišují podle:

- a) způsobu přepravy a stavby na: sypané, splavené
- b) použití techniky na: ruční, pluhové, rypadlové, zakladačové.

Současná technologie skrývky, transportu a ukládání na místo určení neumožňuje zachovat původní stratigrafii. Charakteristickým rysem povrchu výsypek je chaotická směs zemin rozdílného limnického původu, stáří, mineralogického složení, struktury, a tím i rekultivačního významu (Dimitrovský, Vesecký, 1989).

#### **2.1.2.3. Biologická fáze**

Cílem rekultivací, které navazují na základní sanace území, je obnova přirozené rovnováhy krajiny. Soubor rekultivačních prací vesměs zahrnuje práce technického (zemní a stavební práce), i tzv. biologického charakteru (agro-cyklus, lesní výsadba, zatravnění a následná pěstební péče, přirozená sukcese). Rekultivace můžeme rozčlenit na:

zemědělské - výsledkem je orná půda, louky, pastviny, sady, vinice

lesnické - výsledkem jsou lesy účelové a hospodářské, doprovodná lesní zeleň

hydrické - výsledkem jsou vodní plochy, vodní toky a mokřady

ostatní – výsledkem jsou komunikace, stadiony, hřiště, skládky

#### **2.1.2.3.1. Zemědělské rekultivace**

Pro tento typ rekultivace je vhodný sklon svahů 3-8% a plocha o maximální rozloze 5-10 ha. Protierozní opatření by měla odolat objemu stékající vody, u zatravněných ploch pětiletému výskytu srážek, u ploch s ornici nejméně desetiletému výskytu srážek.

Na povrch výsypky se naváží humózní vrstva o mocnosti nejméně 50 cm. Na takto upravených pozemcích je v průběhu pěti až osmi let realizován meliorační osevní cyklus s převahou jetelovin a travin. Nezbytné je také hnojení s minerální výživou, aby bylo co nejdříve dosaženo trvalé úpravy obsahu a zásoby živin na úroveň zemědělských půd.

#### **2.1.2.3.2. Lesnické rekultivace**

Cílem lesnické rekultivace je založit vhodný porost lesních dřevin na devastovaných plochách určených k zalesnění. Lesnické rekultivace jsou pracné a především časově náročné, protože závisejí na rychlosti růstu dřevin, což může trvat několik desítek let. Jeden z účelů zalesnění je zařazení do produkčního cyklu lesa. Proto je nutné přizpůsobit se volbou dřevin, druhovou skladbou, plošným a prostorovým uspořádáním porostů. Na zvláště nepříznivých půdních substrátech, které nedovolují přímé použití cílových dřevin, je nutno přistoupit k dvoufázovému postupu zalesnění. Nejdříve se založí přípravné porosty, které jsou poté nahrazeny cílovými dřevinami.

Postupy při zalesňování jsou obdobné, jako u zakládání hospodářských lesů. Při správné volbě dřevin ovlivňujeme, jakým způsobem se bude porost vyvíjet. Při rekultivaci lze úspěšně využít i keřů. V počátcích lesnické rekultivace se využívaly především dřeviny pionýrské vysazované v monokulturách. V současné době se zakládají více porosty, kde hlavní složkou porostu je hospodářsky hodnotná dřevina, vysazována do skupin. Spolu s cílovou dřevinou se sází i dřeviny pomocné

a meliorační, které se podílejí na tvorbě lesní půdy, na podpoře cílových dřevin a vytvářejí kostru porostu.

### **2.1.2.3.3. Hydrické rekultivace**

Tento typ rekultivace se také často označuje jako mokrá varianta rekultivace. Vznikají vodní plochy odvodňováním výsypkových ploch nebo zatápěním zbytkových jam.

### **2.1.2.3.4. Ostatní rekultivace**

Do těchto rekultivací můžeme zařadit typy rekultivací, kde rekultivované plochy budou sloužit k využívání lidskou společností - rekreace, sport, ubytování, doprava atd.

### **2.1.2.4. Postrekultivační fáze**

Etapa po ukončení vlastní rekultivace a po zařazení rekultivovaných území do běžného ošetřování a obhospodařování. U zemědělských kultur sledujeme zvyšování úrodnosti a u lesních kultur sledujeme dosažení cílového stavu druhového zastoupení vybraných dřevin.

## **2.2. Introdukce**

### **2.2.1. Vývoj v Evropě a ČR**

Slovo „introdukce“ pochází z latinského *introductio* (úvod, vstup). Z biologického a ekologického hlediska se jedná o vysazení druhu do míst, kde se dříve nevyskytoval. Introdukce může být umělá - provedená člověkem nebo náhodná - přirozená. Dále lze introdukci rozlišit na jednoduchou a složitou. U introdukce jednoduché jde o dovoz semene z místa přirozeného výskytu a jeho přímé pěstování. Introdukce složitá je v podstatě metodou postupné aklimatizace nebo jednorázového výběru.

Introdukce cizích dřevin do zemí Evropy procházela pěti fázemi:

1. Zemědělsko - ovocnářskou, období starého Řecka, Makedonie, Persie a Římské říše, kdy se do střední Evropy zaváděly broskve, meruňky, ořesáky, kaštanovník jedlý, réva vinná i jiné.
2. Fází všeobecné botanické introdukce, je to období zakládání prvních lékárensko - botanických zahrad za účelem získání co největšího množství léčivých rostlin na léčení různých nemocí. Tato fáze začíná v 16. a končí v 17. století.
3. Fází sadovnické introdukce, která se datuje do 18. a 19. století. V této fázi se do Evropy dostal nejbohatší sortiment, cca 80 % introdukovaných dřevin.
4. Fází lesnické introdukce – pokusy se zaváděním cizích druhů přímo do lesních porostů. Tato fáze se rovněž datuje do 18. a 19. století.
5. Fází komplexně vědecky řízené introdukce, na základě vědeckých poznatků, stanovištních poměrů v krajině svého původu a podle výsledku vědeckých pracovišť (Slávik, 2004).

Počátek pěstování introdukovaných dřevin v České republice sahá už do 16. století. Cizí dřeviny se k nám dostávaly většinou ze Severní Ameriky. Nejstarší dovezenou nepůvodní dřevinou je *Juniperus sabina* (r. 1562). Nepůvodní druhy se nejprve vysazovaly kvůli okrasným účelům do parků, zahrad a klášterů. Nešlo o pěstování pro lesnické účely. Hrozící nouze o dřevo koncem 18. století zvyšovala zájem o rychle rostoucí nepůvodní dřeviny. Pokusy byly neplánované, bez ohledu na nároky cizích dřevin na půdu a klima. Mnohde se sázely stovky druhů tak, jak semena nebo rostliny došly. Následkem byly těžké neúspěchy. Někteří lesníci proto odmítali tento postup. Přesto však z této doby zůstaly některé náhodné zdařilé pokusy. Později byly tyto přístupy nahrazeny uvědomělejším a cílevědomějším postupem. Koncem 19. století se objevily nové pokusy o pěstování cizích dřevin. Na četných místech střední Evropy byly tyto dřeviny vysazovány na malých plochách a výzkumná pracoviště pozorovala a vyhodnocovala jejich růst.

### **2.2.2. Aklimatizace**

Pěstování introdukovaných dřevin je spjato s aklimatizací. Je to přizpůsobení se novému prostředí, či klimatickým podmínkám. Tato schopnost je ovlivňována četnými vnějšími a vnitřními činiteli. Z vnějších činitelů je to především klima. Pokud jsou klimatické rozdíly (teplota, srážky, vzdušná vlhkost, apod.) mezi přirozeným a novým areálem dřeviny co nejmenší, tím lépe se aklimatizuje.



V opačném případě, kdy jsou zde velké rozdíly, dřevina se hůře přizpůsobuje a může dojít i k uhynutí.

V Rusku se například vydali cestou hromadného výběru a postupné aklimatizace. Princip této metody je v tom, že semena introdukovaných druhů nebo odrůd se vysévají do drsnějších klimatických podmínek (z jihu na sever). Když pak jedinci, kteří zbyli po předchozím výběru (tj. přežili drsnější podmínky) i po umělém výběru, dospějí do plodnosti, vysejí se jejich semena do ještě drsnějších podmínek. Tento postupný výsev do stále drsnějších podmínek se opakuje až do oblasti, kam chceme novou odrůdu nebo druh introdukovat. (Mičurin, 1946 in Kantor, 1975) Tímto se dokázalo, že teorie aklimatizace je správná a je možné se zachováním správného postupu aklimatizovat jižní dřeviny v nových územích.

Je tedy třeba dělat rozdíl mezi semenem cizí dřeviny, které bylo získáno v našich porostech a semenem dovezeným přímo z domoviny dotyčné cizí dřeviny. Je potřeba u nich počítat s různými klimaty. Mnohé dřeviny prodělaly postupnou aklimatizaci. Prvně byly dovezeny většinou do Anglie a Francie, poté se ze semen zde vzniklých rozšířily dál ve střední Evropě. Kultury z takových semen budou jiné než při použití semene, dovezeného přímo z oblasti původního rozšíření.

### **2.2.3. Důvody a podmínky introdukce**

Názory na zavádění introdukovaných dřevin se liší dodnes. Podle všeobecných názorů je možno zavést introdukované dřeviny do porostu jen tehdy, jestliže cizokrajná dřevina v porovnání s domácí:

- poskytuje vyšší produkci dřevní hmoty na stejném stanovišti, ve stejném čase,
- poskytuje přibližně stejnou produkci dřeva, ale vyšší kvality,
- poskytuje produkty, které domácí druhy neposkytují,
- je schopna růst v extrémních podmínkách prostředí, kde domácí druhy nerostou,
- je odolná vůči imisím nebo jiným nepříznivým vlivům a různým biologickým škůdcům,
- poskytuje výchozí materiál pro mezidruhovou hybridizaci (Slávik, 2004).

Pro podmínky střední Evropy (i pro ČR), bylo pro volbu cizokrajných dřevin navrženo celkem 10 kritérií (Otto, 1993; Beran, Šindelář 1996 in Frýdl, Šindelář, 2004) jako podmínka pro možnost jejich uplatnění :

- dostatečná produkční schopnost
- jakost dřeva
- přizpůsobivost ke stanovišti
- pozitivní, nebo alespoň indiferentní vliv na půdu
- odolnost k abiotickým faktorům, škůdcům a chorobám
- vyloučení možnosti šíření chorob
- přijatelná citlivost, resp. odolnost k případným změnám klimatu
- vyloučení invazního působení na domácí druhy vegetace
- vhodnost pro porosty s domácími dřevinami
- schopnost přirozené obnovy.

Předpokladem úspěšné introdukce je dokonalá znalost biologických vlastností, ekologických nároků a produkčních možností introdukované dřeviny. Také je nutná znalost fenotypické a genotypické proměnlivosti introdukované dřeviny. V dnešní době mnoho introdukovaných dřevin zdomácnělo tak, že je už jako cizí necítíme - akát, jírovec, některé javory.

#### **2.2.4. Douglaska tisolistá v ČR**

Douglaska tisolistá, která je dřevinou introdukovanou ze západních oblastí severoamerického subkontinentu, se pěstuje v Evropě i v České republice více než 120 let. První zásilka semene z Ameriky byla do Evropy poslána Davidem Douglasem v r. 1826. Z tohoto prvního importu bylo založeno několik výsadeb, které jsou roztroušeny po celé jižní a střední Británii.

Nejstarší český exemplář se nachází v Americké zahradě u Chudenic a byl vysazen jako dvouletá až tříletá sazenice v roce 1843. Prvním důvodem k introdukci douglasky tisolisté do České republiky byl její vzhled, a hlavně pak její schopnost rychlého mohutného růstu. Po čase však byly zjištěny i její jiné přednosti, například nenáročnost, schopnost zlepšovat půdní vlastnosti a vysoká produkční schopnost poměrně kvalitního dřeva. Na konci 80. let 19. století dochází i k intenzivnímu

pěstování douglasky v lesních porostech. Zásahu na tom má Gayer, který nabízel lesníkům sazenice douglasky a nesmírně je vychvaloval.

Douglaska tisolistá má na našem území velice příznivé růstové vlastnosti a regenerační schopnost. Dokladem toho je i fakt, že její produkce předstihuje na stejném stanovišti produkci borovice lesní a buku lesního téměř o 100% a smrku ztepilého o více než 30% (Cafourek, 2006).

## 2.3. Biologie zkoumaných dřevin

### 2.3.1. Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*)

Americký taxon úspěšně introdukovaný do mnoha lesních oblastí mírného pásu celého světa. Patří k nejvýznamnějším severoamerickým koniferám, produkujícím jedno z nejlepších užitkových dříví, především v územích laděných více oceánicky. Po sekvojích je to nejvyšší americký druh, nazývaný „monarchou lesů Pacifického severozápadu“. Přirozeně se vyskytuje od západního pobřeží po svahy přilehlých horských pásem přivrácených k oceánu a od jihozápadu Kanady po Kalifornii. V lesích střední a západní Evropy, včetně České republiky, je douglaska zajisté nejčastěji pěstovanou - i nejlépe se osvědčivší cizí (allochtonní, introdukovanou) jehličnatou dřevinou. V České republice je vysazena na ploše asi 4 tisíc ha (0,2 % rozlohy našich lesů).

Jedná se o vysoký až velmi vysoký strom. V pralesích bývá 55-76 m vysoký, tloušťka v  $d_{1,3}$  dosahuje 1,5-1,8 m. Douglaska se dožívá vysokého stáří, v pralesích obecně 500-700 let. Koruna je zprvu kuželovitá; ve stáří zaokrouhlená, nahoře až nepravidelně zploštělá. Staré stromy (asi od 80 roků výše) mívají mimořádně čisté (přirozeně vyvětvené), dlouhé, válcovité kmeny. V mládí se však čistí od větví špatně. V amerických poměrech bývá obvykle již v 77 letech přibližně 5 dolních délkových metrů kmene čistých, bez větví; ve 107 letech je to už 10 m; celý oddenkový výřez nebývá však přirozeně vyvětvený dřívě než ve 150 letech. Borka mladých jedinců bývá hladká, často s pryskyřičnými puchýřky. Na starých stromech narůstá do tloušťky 15-30 cm i více; obvykle je rozbrázděna na silné, červenohnědé podélné hřebeny, oddělené hlubokými, nepravidelnými prasklinami.

I když se zpočátku vyvíjí křlový kořen, brzy převládají silné boční, daleko sahající kořeny, dobře ukotvující nadzemní část. Dosti časté je srůstání kořenů. Na mělké půdě se však vytváří plochý kořenový systém.

Dřevina přibližně od 25. roku plodí; větší úrody jsou nepravidelné. Samčí šištice vyrůstají v paždí jehlic. Samičí šištice jsou konické, umístěné terminálně nebo v paždí horních jehlic. Vejcovito-válcovité šišky dozrávající na konci první vegetační sezóny jsou na rozdíl od jedlí dolů visící. Mají nápadně vyniklé třícípé podpurné šupiny a jsou nerozpadavé. Růst douglasky je poměrně rychlý; v 10-ti letech dosahuje výšky 3,6-4,6 m. Výškový přírůst kulminuje ve věku 20-30 roků; může však zůstat zachován asi až do 200 let.

V rámci poměrně velkého areálu je taxon značně proměnlivý - jak ve směru horizontálním, tak i vertikálním. Douglaska je rozšířena od pobřežní oblasti západní části Severní Ameriky (západní okraj USA a jihozápadní část Kanady). Z Kalifornie (z oblasti Yosemitekého národního parku) jde areál na sever podél pacifického pobřeží v délce asi 2200 km do střední části Britské Kolumbie, kde dosahuje severního limitu na ostrově Vancouver. Na východ jde přibližně po nejvyšší hřebeny pohoří Kaskád a Sierra Nevady. Hranice mezi *Pseudotsugou menziesii* a *Pseudotsugou glaucou* v Kanadě (kde se areály obou taxonů spojují) je sice obecně definována hřebeny Kaskád a Pobřežních hor, ale v přírodě to tak jasné není; existuje tu řada přechodů. Douglaska roste i ve výškách až 1830 m n.m.

Hlavním nebezpečím v oblasti přirozeného areálu (ale na druhé straně i důležitým ekologickým činitelem) jsou požáry. Škody působí dále kůrovci, sypavky poškozující jehlice, hniloby jádrového dřeva - a také poloparazitický keřík z příbuzenstva ochmetovitých (*Arceuthobium douglasii*). U nás většinou nemá douglaska vážnějšího biotického škůdce (mimo zvěř); v některých oblastech však může být limitujícím faktorem sypavka skotská (houbová choroba působící opad jehlic). Skotská sypavka douglasky (rod *Rhabdocline*) může ohrozit i celé kultury této dřeviny. I druhá vážnější choroba - švýcarská sypavka douglasky (rod *Phaeocryptopus*) - byla již na našem území zjištěna. S ohledem na sypavky se doporučuje pěstovat douglasku ve smíšených porostech a omezit její pěstování ve směsích se smrkem; doporučuje se spíše směs buku a douglasky. Na jehlicích saje mšice z rodu *Gilletteella* - korovnice douglasková.

K zastínění je zprvu poměrně tolerantní, v době dospívání je však na světlo středně náročná. Při obnově lze použít clonnou seč. V mládí vytváří ve své domovině

rozsáhlé, stejnověké porosty. Později jsou tyto přirozené monokultury doplňovány náletem druhů, které jsou k zastínění o něco tolerantnější. Periodicky se opakující katastrofické požáry, včetně těch, které jsou způsobovány pálením klestu po těžbě, jsou v severní části areálu příčinou vzniku téměř čistých douglaskových porostů - na úkor dřevin ostatních. Silná borka v dolní části starších kmenů a na hlavních kořenech a také schopnost vytvářet adventivní kořeny jsou hlavními adaptacemi, které jí umožňují přežít druhy proti ohni hůře vybavené.

Nejlépe roste douglaska na hlubokých hlinitých půdách, živinami dobře zásobených, propustných a dobře provzdušených, s pH 5-6 v oblastech s hojnou vláhou (půdní i atmosférickou).

Upotřebení nachází v dřevozpracujícím průmyslu. U nás ne plně doceněný taxon; důvodem je zřejmě menší disponibilní množství této suroviny. V sadovnictví velmi ceněný, dekorativní druh. V oblasti svého areálu je douglaska pěstována i na plantážích vánočních stromků, s rotací 4-7 roků. Aby se dosáhlo žádaného hustého kuželovitého tvaru, provádí se každoročně zastřihávání výhonů. Určitou nevýhodou mohou být její příliš tenké letorosty (Musil, 2003).

### **2.3.2. Modřín opadavý (*Larix decidua*)**

Významná dřevina hor i nižších poloh střední Evropy - byť s poměrně malým přirozeným areálem. Velmi plastická pionýrská dřevina snadno se zmlazující na minerální půdě, v České republice dostatečně odolná. Snáší drsné klima, má však zvýšené nároky na úživnost a vlhkost půdy. Přirozenou proměnlivost modřínu v přírodě narušil člověk introdukcí cizích populací a i nekontrolovanou výsadbou vyšlechtěných produkčních typů.

Modřín dorůstá do výšky 30-50 m a tloušťky v  $d_{1,3}$  1-1,5m. Dosažitelný věk bývá kolem 530 roků. Jedná se o rychle rostoucí dřevinu. Koruna je řídká, štíhlá, kuželovitá, ve stáří se může rozšiřovat; v horách bývá nepravidelná. Větve 1. řádu jsou téměř vodorovné, konce bývají srpovitě nahoru vyhnuté; boční větévky žlutavé, vrásčité, lysé, převislé až splývavé; ve 2. roce šednou. Vedle hřebenitého typu se však vyskytuje i větvení deskovité. Ve stáří má modřín sklon k tvorbě silných větví. Světlezelené jehlice o délce 1-3 cm jsou na brachyblastech ve svazečcích po 30-50, na auxiblastech jednotlivě ve šroubovici (zde bývají jehlice poněkud delší, širší

a špičatější). Kmen bývá přímý, s mírnou kmenovou výmladností (má spící pupeny). Borka je hrubá, rozpraskaná, šedavá, na řezu hnědočervená; v dospělosti tvoří v bazální části kmene 10-20 % z jeho průměru (je izolací proti požárům). Jeho dřevo má dobře zřetelné, červenohnědé (někdy i okrové) smolnaté jádro s velmi úzkou, nažloutlou až načervenalou bělí. Z dřev našich jehličnanů je po tisu nejtrvanlivější.

Zpočátku má kůlový kořenový systém; později hlavní kořen zakrňuje a je nahrazen silně rozvětvenými kořeny postranními, srdcovitě rostoucími. Staré modřiny mají často velké kořenové náběhy. Strom je dobře v půdě ukotven - nepodléhá vývrátům - a může vodu a živiny čerpat i z hlubších vrstev. Po vichřicích zůstávají v postižených porostech stát často jen modřiny. Je proto považován za důležitou zpevňovací dřevinu.

Kvete ve IV.-V. měsíci, před rašením jehlic. Plodit začíná brzy - mezi 20. a 30. rokem, v horách později. Semenné roky se v normálních podmínkách opakují po 3-5 letech, ve vysokých polohách po 6-10 letech. Samčí šištice o délce 0,5-1 cm jsou převislé a žlutavé. Samičí šištice jsou široce vejcovité, vztyčené, 1-1,5 cm dlouhé s karmínovými (zřídka zelenými, žlutými či bílými) podpůrnými šupinami. Šišky má vejcovité, lehce prodloužené, 1,5-4,5 × 1,3-2,3 cm velké, tvořené 16-75 kožovitými až zdřevnatělými, přitisklými semennými šupinami, s okrajem tenkým, někdy jen slabě ohrnutým vně (případně zahnutým dovnitř - *L. d. subsp. polonica*). Podpůrné šupiny jsou buď kratší než šupiny semenné (jsou tedy zakryté), nebo vyčnívají jejich špičky (alespoň v bazální části šišky). Velikost šišek silně kolísá. Při dozrávání bývají zbarvené zeleně, příp. jsou červeně naběhlé. Šišky zůstávají často 3-4 roky na stromě. V mládí má rychlý růst, podobný smrku; ve 20-ti letech se zpomaluje, po 60-ti letech ochabuje a kolem 100 roků výškový přírůst většinou končí. Tloušťkový růst však trvá mnohem déle.

Modřín je taxon plastický a značně proměnlivý jak v morfologických znacích (barva samičích šištic, velikost šišek, barva dřeva - popsáno je na 50 různých odchylek), tak i v nárocích ekologických. Nejčastěji zkoumanou bývá proměnlivost růstová, která má klinální charakter (tj. postupně se mění v rámci areálu). Alpské, karpatské, polské a sudetské modřiny (klimatypy v pojetí P. Svobody) je třeba odlišovat; liší se růstově, ekologicky a částečně i morfologicky. To platí do značné míry i o jednotlivých proveniencích, ekotypech či populacích. Odlišnost je často svázána se zeměpisnou izolací a klimatickou různorodostí jednotlivých lokalit.

Areál rozšíření zahrnuje střední Evropu - především Alpy (včetně asi jen dvou oblastí v předhoří), dále Karpaty, jihopolské pahorkatiny, Jesenické podhůří (východně od Hrubého Jeseníku). Jedná se o relativně menší, výrazně disjunktní (rozpojitý) areál. Areál obvykle členíme na 4 skupiny (klimatypy, oblasti):

1. Alpský modřín - roste především kolem horní hranice lesa, v celém horském systému Alp.

2. Karpatský modřín - je rozšířen v pohořích Karpatského oblouku; těžiště má v podoblastech tatranské a transylvánské.

3. Polský modřín - navazuje ze severu plynule na rozšíření karpatského modřínu. Nevysokými pahorkatinami jižního Polska postupuje ostrůvkovitě až k Varšavě.

4. Sudetský (slezský či jesenický) modřín - reliktního charakteru - autochtonní na nepatrné rozloze ve fyto geografickém okrese Jesenické podhůří (východně od Hrubého Jeseníku), především v severozápadní části geomorfologického celku Nízký Jeseník, příp. i na nižších částech východních svahů Jeseníku Hrubého (vše je součástí tzv. Východních Sudet).

V mládí trpí modřín okusem, vytloukáním, ohryzem, loupáním; poškození se dosti špatně hojí. Jakmile mu však naroste hrubá borka, bývá mimo nebezpečí (dříve nežli smrk). Vyrašené jehlice poškozuje například pouzdroníček modřínový a třásněnka modřínová. Křehké větve jsou lámány pod tíhou námrazy a vlhkého sněhu, zvláště dostaví-li se v době, kdy jehličí ještě neopadlo. V minulosti byla problémem tzv. rakovina modřínu, způsobovaná na kmenech (cca do 20 let) věckovýtrusou houbou z rodu brvenek, nejčastěji v nevhodných, hustých modřínových monokulturách ze sje. Na znečištěné ovzduší je modřín středně citlivý.

Modřín je světlomilná, pionýrská dřevina, která zastíněním značně trpí. Pro normální rozvoj vyžaduje plné osvětlení horní - a dobré osvětlení boční; alespoň 1/2 koruny musí být nad hlavní úrovní. Platí to především pro vyšší polohy, kde se modřínové porosty vytvářejí velmi řídké, s velkým rozestupem stromů, s nezastíněným, dobře rostoucím travnatým podrostem. Modříny z nižších poloh rostly častěji v zapojenějších směsích s jinými dřevinami. Ekologické optimum je převážně při horní hranici lesa, kde je schopen vytvářet souvislé, trvalé, obnovující se porosty. Fyziologické optimum však bývá níže.

Je tolerantní k zimním mrazům i k letním horkům. Oblasti bohatší na tuto dřevinu se vyznačují chladnějšími zimami a celkově kontrastněji laděným klimatem.

Na volných plochách roste bez ochrany mateřského porostu. Nesnáší stagnující ovzduší - vyžaduje pohyblivý vzduch. Avšak v hřebenových polohách se vyskytuje spíše na závětrných místech.

Na půdní i vzdušnou vlhkost má modřín střední nároky. Dává přednost hlubším, živnějším (hlavně bazičtějším) půdám, dobře propustným a čerstvě vlhkým - na vápencích, dolomitech, čedičích; lze jej ale zastihnout na jakýchkoli horninách, dokonce i na mělčích, suťových či kamenitých půdách (vždy s dostatkem vláhy). Nevyhovují mu půdy vysychavé, nesnáší ale ani půdy silně podmáčené.

Dřevo je pevné, pružné a poměrně lehké. Má velkou trvanlivost ve vodě - v minulosti bylo proto používáno na vodní stavby, vodovodní roury, nejtrvanlivější okapové žlaby; dodnes se používá na šindele. Ceněno je i jako dřevo stavební a nábytkářské. Výborně se osvědčil při rekultivacích hald a odvalů všeho druhu (Musil, 2003).

### **2.3.3. Borovice vejmutovka (*Pinus strobus*)**

Je to největší a nejrychleji rostoucí konifera severovýchodní části Severní Ameriky a současně i jedna z nejproduktivnějších a nejcenějších. Ve své domovině bývala označována jako „král borovic“. Do Evropy vejmutovku přivezl již roku 1605 kapitán G. Weymouth. Ke skutečné a úspěšné introdukci došlo však až v roce 1705 (Anglie, panství vikomta Weymoutha; po něm byla také pojmenována). V mírném pásu severní polokoule patří mezi nejvíce či nejčastěji pěstované americké dřeviny (mimo areál jejich přirozeného rozšíření). V současné době se v Evropě borovice vejmutovka pěstuje nejvíce v Německu a v České republice.

Strom dorůstá výšky 24-30 m (max. až 67 m), v Evropě jen 25-35 m a dosahuje průměru d1,3 0,6-1 m. Jehlice jsou ve svazečcích po 5-ti. Koruna je v mládí kuželovitá, později šířeji rozložená, často nepravidelná. Má rovný kmen s borkou v mládí dosti tenkou a hladkou, později hrubší, podélně rýhovanou. Vejmutovka patří mezi dřeviny dožívající se vyššího věku - 200(-450) let. Obvykle zakrnělý hlavní kořen bývá nahrazen 3-5-ti velkými kořeny, směřujícími do stran i dolů. Pokud jsou tyto kořeny vyvinuty, ukotvují nadzemní část stromu v půdě dobře a poskytují jedinci dobrou ochranu proti bořivým větrům (porosty nesmí být příliš přehoustlé).



Samčí šištice jsou oválné, v době zralosti (světle) hnědé, 8-10 mm dlouhé; obvykle rostou na bazální části nových výhonů, rašících na starších bočních větvích v dolní části koruny. Zralost se dostavuje jeden i více týdnů před hlavním rozvojem šištic samičích (na témže jedinci). První samčí šištice se objevují až na starších jedincích, tedy později, než šištice samičí. Samičí šištice jsou v době květu zelené, 5-40 mm dlouhé; obvykle vyrůstají na apikálním konci hlavních větví v horní části koruny. K opylování dochází v V.-VI. měsíci, avšak k vlastnímu oplodnění dojde až za 13 měsíců po opylení. První samičí šištice se mohou vytvářet již na 5-10 let starých rostlinách; větší množství šištic se ovšem objevuje až v době, kdy rostliny jsou vysoké kolem 6 m. Samičí šištice dozrávají v šišky 2. rokem; otevírají se v VIII.-IX. měsíci. Tehdy se zbarvují žlutozeleně až světle hnědě (nezralé byly zelené). Semeno je břišní stranou pevně srostlé s dlouhým křídlem. Počáteční výškový růst vejmutovky je pomalý. Ve 3 letech může být vysoká třeba jen 13 cm, v 5-ti letech pouze 30 cm; ve stáří 8-10 roků bývá vejmutovka 130-140 cm vysoká. Pak se přírůsty rychle zvětšují. Tloušťkový růst pokračuje až do stáří cca 250 roků. K maximu ročního výškového přírůstu dochází ve věku 10-15 roků, kdy může činit 90(-137) cm.

Proti požárům neposkytuje dosti tenká borka - zvláště v mládí - dostatečnou ochranu. Také zmlazení může být i z přirozených porostů eliminováno, pokud by se požáry opakovaly častěji. Naopak je u vejmutovky oceňována určitá tolerance ke znečištěnému ovzduší, která sice nedosahuje odolnosti např. borovice černé - avšak přesahuje odolnost borovice lesní i smrku ztepilého. Značné škody může působit zvěř (okus, vytloukání, ohryz, loupání), ale také těžký, mokrá sněž a ledovka. Z významnějších škůdců se i v evropských kulturách této dřeviny setkáváme s václavkou, hnědákem Schweinitzovým - a především se rzí vejmutovkovou. Vejmutovka se přirozeně vyskytuje ve východní části Severní Ameriky (severovýchod USA až jihovýchod Kanady); centrem rozšíření jsou jižní a severovýchodní části Appalačského pohoří a oblast Velkých jezer. V severovýchodní. (přímořské) části areálu roste nejčastěji v rozmezí 0-460 m n.m. (někdy i výše). - V jižní části areálu roste v pásu 370-1070(-1220) m n.m. podél Appalačského pohoří, většinou na severních svazích a na dnech říčních údolí; absolutní max. je 1510 m.

Vejmutovka je středně tolerantní k zastínění. V podrostu může růst ještě při zastínění dosahujícím až 80 %, avšak její výškový přírůst přitom klesá cca na 45

% hodnoty z plné relativní ozářenosti. S ohledem na počáteční pomalý růst této dřeviny jsou její nejmladší stadia nejohroženější. Areál je rozložen v mírně teplém, převážně humidním podnebí. Roste téměř na všech půdách v rámci svého areálu. V přirozených lesích se jí relativně nejlépe daří na dobře propustných, písčitých půdách střední až nízké úrodnosti, kde jí autochtonní listnaté dřeviny nemohou dostatečně konkurovat.

Vhodná dřevina pro zalesňování holých ploch (mimo nejmladší období rychle odrůstá), pro účely krajinářské i pro plantáže vánočních stromků (snáší dobře letní zastříhování výhonů za účelem vytvoření kompaktního, hustého habitu). Oceňuje se také její estetická hodnota v sadovnické práci.

Dřevo je měkké, snadno opracovatelné a má střední pevnost. Využívá se v širokém rozsahu, především jako dříví stavební, vláknina, také k výrobě překližek, nábytku i zápalek, pro účely dřevomodelářské apod. (Musil, 2003)

## **2.4. Charakteristika zájmového území**

### **2.4.1. Úvod**

Výsypka Antonín se nachází v bezprostřední blízkosti města Sokolova. Celková plošná výměra je 165 ha. Výstavbou výsypky obvykle prováděnou báňskou činností došlo k výraznému plošnému a zejména výškovému rozčlenění území, které radikálním způsobem předurčuje pedologické, hydropedologické, hydrologické a mikroklimatické poměry. Převýšení výsypky nad původní terén je 48 m. Výsypka byla založena na lomu stejného jména jako výsypka vnitřní. Lom byl v provozu v letech 1881-1965. Stavba výsypky byla dokončena v roce 1968. Geomorfologický tvar výsypky je vytvořený dvojetážovou technologií ve směru severozápadním a částečně jihozápadním. Odvodnění tělesa výsypky bylo provedeno jen pomístně otevřenými příkopy ve směru severním až severozápadním.



Obrázek č. 1. Letecký snímek výsypky Antonín

V roce 1969 započala první etapa zalesňování výsypky, která pokračovala až do roku 1972. V její střední části vznikla speciální výzkumná plocha o rozloze 48 ha, která sloužila pro experimentální ověření optimální skladby lesních porostů pro rekultivace. Za několik desítek let, kdy bylo místo ponecháno svému osudu, na něm vznikl unikátní lesopark s více než 200 druhy a poddruhy dřevin, často velmi vzácnými a ojedinělými.

Převážnou část plochy výsypky tvoří svahy. Realizace technických úprav odvodnění povrchu výsypky bylo provedeno jen sporadicky otevřenými nezpevněnými příkopy s příčným profilem tvaru lichoběžníku. Na severozápadní straně výsypky vlivem konfigurace terénu a omezeným odvedením povrchových srážkových vod vzniklo několik velmi malých ploch se stálým výskytem vody. Jsou to v podstatě přirozeně vzniklé výsypkové vodní biotopy, zařazené do kategorie mokřadů. Jejich rekultivační význam je důležitý pro rozvoj flóry a fauny. Existence přirozeně vzniklých mokřadů (močálů) na výsypkových stanovištích je ve většině případů krátkodobá a závislá na:

- struktuře a textuře povrchových zemin
- způsobu rekultivace území (lesní porosty, travní porosty)

- retardace (zpomalení odtoku vody)
- retence (zadržování vody)
- transpirace (vypařování.)

Jediným zdrojem půdní vláhy bez rozdílu na všech výsypkách jsou atmosférické srážky.

### **2.4.2. Podnebí**

Podnebí v oblasti je mírně teplé, vlivem mírného srážkového stínu i poměrně suché. Podle Qiutta leží v mírně teplé oblasti MT4. Expoziční klima a výraznější údolní inverze má údolí řeky Ohře. Bioregion se nachází v mezofytiku, vegetační stupeň podle Skalického je suprakolinní (Culek a kol. 1996, Hejný, Slavík 1988). Dlouhodobým sledováním v letech 1952-1997 byly zjištěny následující informace:

- průměrná roční teplota je 8°C
- průměrné teploty ve vegetačním období jsou 13-14°C
- nejvyšší teploty jsou v červenci 18°C
- nejchladnější je lednová teplota -1°C

Podnebí se vzhledem k poloze uprostřed Evropy jeví značně proměnlivé, kde se střídají oceánské a kontinentální vlivy. Nejteplejším měsícem roku 2011 byl červenec (průměrná teplota 16,0°C), nejchladnějším měsícem byl leden (průměrná teplota -2,9°C). Průměrná roční teplota roku 2011 byla 6,5°C. Naměřené hodnoty byly získány z údajů Meteostanice Sokolov.

### **2.4.3. Biogeografická specifikace**

Území Sokolovské hnědouhelné pánve a jejích výsypek spadá do bioregionu 1.26 Chebsko - Sokolovského, tvořeného převážně kyselými písčými a jíly, s četnými podmáčenými stanovišti. Významná pro šíření rostlinných i živočišných společenstev je biogeografická návaznost na Krušné hory, Slavkovský les a Doupovské hory. V Chebsko - Sokolovském bioregionu vegetačně převažuje dubo - jehličnatá varianta 4. vegetačního stupně, potenciální vegetaci tvoří zejména doubravy (acidofilního typu), olšiny a slatiny. Charakteristickou zvláštností je mozaika západního vlivu (ochuzená hercynská flóra a fauna nižších poloh)

a boreokontinentálních reliktnů na organogenních substrátech. Netypické části tvoří pahorkatiny na nezvětralém krystaliniku, na nichž se objevují i dubohabřiny (Culek a kol., 1996).

Podstatná část Chebsko - Sokolovského bioregionu spadá do 4. vegetačního stupně. V dubojehličnaté variantě 4. vegetačního stupně se projevují určité rozdíly v dřevinné skladbě ovlivněné půdními poměry, hlavně vlhkostí půdy. Vlhčí mezoklima a vlhčí půdy v uvedené oblasti Českého masívu jsou ekologicky vhodnější pro jedli a dub letní, zejména na rovinatých terénech nebo terénních depresích. V těchto územích se pak vyskytuje vegetační stupeň dubovojehličnatý. V území se často objevuje ve čtvrtém vegetačním stupni na vlhčích půdách smrk, zejména tam, kde je buk proti jiným dřevinám konkurenčně v nevýhodě. Na půdách minerálně nejchudších se v dubovo - jehličnatém stupni vyskytuje autochtonně i borovice (Míchal, Petříček a kol., 1999). Podle historických údajů bylo zájmové území původně tvořeno lesní krajinou s proměnlivým zastoupením buku, dubu a výrazným podílem jehličnanů, zejména jedle a borovice (Leitgeb a kol., 1999).

#### **2.4.4. Půdní podmínky**

Nově vzniklé recentní útvary - výsyvky se skládají z různých druhů hornin, po jejich rozrušení tzv. zemin, které jsou nositeli půdotvorných pochodů (zvětrávání aj.) a výchozími substráty při tvorbě půd pro rekultivační účely. Látkově představují směsi nerostných součástí. Podle původu nacházíme na recentních útvarech horniny:

- vyvělé čili eruptivní nebo magnetické
- usazené čili sedimentární
- proměněné

Většina výsypek (přes 80%) je složena ze zemin jílovité povahy (jíly cyprisové a vulkanodetrické série). Sporadicky na výsypkách nacházíme i půdní substráty lehké texturální povahy. Veškeré substráty složené z jílovitých zemin mají příznivé až velmi příznivé chemické vlastnosti. Nejpříznivější fyzikální a hydropedologické vlastnosti vykazují jíly s lístkovitou odlučností a posléze jílovité břidlice. Příznivou půdní fyziku a hydropedologii rovněž vykazují půdní substráty

složené z vypálených jílu v historické době zemními požáry, jsou to tzv. erdbranty (porcelanity) (Dimitrovský, 2000).

Na výsypce Antonín jsou základním půdotvorným podkladem jíly cyprisové a vulkanodetritické série. Velmi sporadicky zde nacházíme i místa (jižní a západní svahy výsypky), kde jsou zastoupeny i uhelné moudry. Jejich plošný výskyt je však z rekultivačního pohledu málo významný.

Z hlediska rekultivace je možno nadloží sloje Antonín rozdělit na tři skupiny, které se mohou uplatnit při jakékoliv praktické rekultivaci. Největší část nadloží zaujímají čerstvé šedomodré až zelenošedé lístkovitě se rozpadající karbonátové břidlice. Podstatně menší rozšíření vykazují žlutohnědé břidlice zvětralé (limonitizované) a zelenomodrošedé špatně odlučné nadložní jíly. Všechny tyto horniny se z hlediska rekultivace vyznačují řadou příznivých i nepříznivých vlastností.

## **3. Metodika**

### **3.1. Charakteristika ploch**

#### **3.1.1. Plocha č. 1 - Douglaska tisolistá**

Stáří porostu je 38 let. Zkusná plocha o velikosti 0,047 ha má sklon terénu 11,5%. Douglaska zde tvoří kompaktní porost bez příměsí, pouze ve východní části na okraji porostu roste habr obecný, a to z přirozeného zmlazení z okolních porostů. Porost ze severu a jihu sousedí s listnatými dřevinami (jasan, javor), na západě tvoří hranici cesta, za kterou se nachází porost douglasky s modřínem, na východě je panelová cesta s parovodem. Vzhledem k plnému zapojení korun zde zcela chybí keřové i bylinné patro, také přirozené zmlazení není žádné (douglaska se zmlazuje do okolních porostů). Uvnitř porostu je několik podúrovňových stromů, které budou odstraněny přirozeně nebo následnou výchovou. Nadúrovňové stromy se na této ploše nenachází. Na okrajích porostu mají douglasky znatelné kořenové náběhy a také nasazení korun ve směru z porostu je mnohem nižší. Díky pravidelnému sponu a nepřítomnosti konkurentů, vykazuje douglaska vyrovnaný výškový i tloušťkový přírůst.



Obrázek č. 2. Foto plochy číslo 1

### **3.1.2. Plocha č. 2 - Douglaska tisolistá, modřín opadavý**

Zkusná plocha o velikosti 0,04 ha se nachází v porostu, jehož stáří je 38 let. Sklon je zde nulový - porost je na rovině. Douglaska se na tomto stanovišti snaží vyrovnat svému konkurentu modřínu. Tvoří zde přeštíhlené kmeny, protože modřín v tomto věku má větší výškový přírůst. Ze severní a jižní strany sousedí porost s jinými smíšenými porosty jehličnatých dřevin. Na západní a východní straně jsou cesty - u té západní roste hlošina stříbrná, která má na těchto plochách invazní charakter. Díky světlejším korunám modřínu proniká do porostu více světla. Pod porostem se nachází větší množství semenáčků douglasky a vejmutovky, která sem nalétla z vedlejšího porostu. Uvnitř porostu roste 11 podúrovňových stromů, převážně modřínů. Většina z nich je nakloněná z důvodu mělkého zakořenění, které je typické pro tyto antropogenní substráty.



Obrázek č. 3. Foto plochy číslo 2

### **3.1.3. Plocha č. 3 - Douglaska tisolistá, borovice vejmutovka**

Porost, na kterém se nachází zkusná plocha o velikosti 0,04 ha, je ve stáří 39 let a je na rovině. Douglaska i vejmutovka mají na této ploše vyrovnaný výškový a tloušťkový přírůst. Vejmutovka je zde zastoupena v menším počtu stromů než douglaska. Ze severu a ze západu sousedí porost s cestou a z jihu a východu sousedí s jinými jehličnatými dřevinami. I přes rozvolněnost porostu zde není vyvinuto keřové ani bylinné patro. Zmlazení porostu není také žádné, ale obě dřeviny se zmlazují do okolních porostů. Příčinou je nekvalitní opad jehličí vejmutovky, které dosahuje mocnosti několika centimetrů. V porostu není pravidelný spon, takže zde vznikla menší holá místa.





Obrázek č. 4. Foto plochy číslo 3



Obrázek č. 5. Situace ploch na výsypce Antonín

## 3.2. Měření a stanovení dendrometrických charakteristik

Na zkoumaných plochách byla prováděna základní dendrometrická měření - měření tloušťek dvouramennou průměrkou a měření výšek výškoměrem značky HAGLÖF. Každý strom v porostu nebo zájmové ploše byl pro dobrou orientaci označen číslem.

### 3.2.1. Měření tloušťek

Tloušťka kmene ( $d$ ) je kolmá vzdálenost dvou rovnoběžných tečen, vedených v protilehlých bodech příčného řezu kmene. Označení „tloušťka“ bylo v dendrometrii zavedeno proto, že se zde používá termín „průměr“ ve smyslu matematicko-statistické veličiny. Příčné průřezy kmenů nejsou ideálně kruhové, ale mají nepravidelný tvar podobný spíše elipse. Proto naměřené tloušťky zploštělých průřezů neodpovídají správné velikosti průměru kruhu o stejné průřezové ploše. V ideálně kruhových příčných řezech je tloušťka současně i průměrem. Tloušťka se měří v centimetrech jako úsečka, která prochází geometrickým středem, a to kolmo na podélnou osu kmene. K přímému měření tloušťek příčných průřezů se používají jednoduché pomůcky nazývané průměrky.

Podle konstrukce se průměrky dělí na:

- s jedním pohyblivým ramenem - dvouramenné
- bez pohyblivého ramene - jednoramenné
- registrační - se záznamem naměřených hodnot (Štipl, 2000).

U každého stromu byla změřena tloušťka ve výčetní výšce, která se nachází 1,30 m od paty kmene. Měření se provádělo dvouramennou taxační průměrkou značky Mantax vyrobenou z lehkého kovu - hliníku. Má jedno rameno pevné a jedno pohyblivé, ramena jsou umístěna na pravítku. Stupnice pravítka je upravena pro odečítání tloušťkových stupňů. Číselná hodnota uvažované střední tloušťky je vyznačena na začátku intervalu.

Tloušťkový stupeň rozděluje základní soubor tloušťek různých hodnot do stanoveného tloušťkového intervalu se zvolenou horní a spodní hranicí tlouštěk.

Tloušťkový stupeň je charakterizován svou střední hodnotou, tj. aritmetickým průměrem spodní a dolní hranice. Do tloušťkových stupňů se zařazují měřené tloušťky při určování zásob porostů. Toto zařazení zrychluje a zjednodušuje výpočet při zachování dostatečné přesnosti. Obvykle se používají dvoucentimetrové a čtyřcentimetrové tloušťkové stupně. Například ve čtyřcentimetrovém intervalu je pro tloušťkový stupeň 10 cm rozpětí tlouštěk 8,1 až 12,0 cm, pro stupeň 14 – 12,1 až 16,0 cm, pro stupeň 18 cm – 16,1 až 20,0 cm atd. Pro dvoucentimetrový interval 10 cm je rozpětí tlouštěk 8,1 až 10,0 cm, pro stupeň 12 cm – 10,1 až 12,0 atd. (Štípl, 2000).



Obrázek č. 6. Průměrka značky Mantax

Při měření tloušťky musíme dbát na správné přiložení průměrky na kmen. Průměrka musí být kolmo na osu kmene a dotýkat se třemi body - pevným ramenem, pohyblivým ramenem a pravítkem. Důležité je také správně odečíst hodnoty na stupnici pravítka.

Průměrka by měla splňovat základní parametry a těmi jsou:

- pravítko musí být rovné, pevné a přiměřeně dlouhé, s přesnou dobře čitelnou stupnicí
- ramena průměrky musí být vzájemně rovnoběžná, kolmá k pravítku a ležet v jedné rovině
- posuvné rameno musí mít lehký chod při každém počasí, musí mít jednoduché rektifikační zařízení, aby se dodržela podmínka kolmosti ramene k pravítku

- délka ramen musí být větší než polovina tloušťky měřitelné pravítkem průměrky
- průměrky mají mít malou hmotnost, ale zároveň dostatečnou pevnost a odolnost (Štipl, 2000).

### **3.2.2. Měření výšek**

Výška stromu ( $h$ ) je svislá vzdálenost dvou vodorovných rovin, kolmých na osu kmene, z nichž dolní jde patou stromu a horní prochází nejvzdálenějším místem vegetačního orgánu daného stromu. Patou stromu se označuje nejvyšší místo, kde kořenové náběhy pronikají do země. (Štipl, 2000).

Výšky stromů měříme výškoměry, které můžeme rozdělit na pravé a nepravé. U pravého výškoměru se měří přímo výška, která se odečte na stupnici. Nepravým výškoměrem se přímo měří jiná veličina a výška se později vypočítá. Pravými výškoměry se měří výška na principu podobnosti obecných trojúhelníků, na principu podobnosti pravoúhlých trojúhelníků nebo na optických principech.

#### **1. Výškoměry založené na principu podobnosti obecných trojúhelníků**

U těchto výškoměrů není nutné znát odstupovou vzdálenost. V praxi se dříve používal výškoměr Christenův. Je to jeden z nejjednodušších a snadno vyrobitelných výškoměrů. Tvoří ho pravítko s výřezem přesně 30 cm, k němuž se používá lať dlouhá obvykle 4 m, která se staví k patě měřeného stromu. (Štipl, 2000)

#### **2. Výškoměry založené na principu podobnosti pravoúhlých trojúhelníků**

U těchto výškoměrů je nutné znát odstupovou vzdálenost od měřeného stromu. Tato vzdálenost se měří zpravidla optickým dálkoměrem nebo pásmem. (Štipl, 2000).

Mé měření probíhalo digitálním výškoměrem HAGLÖF, který se řadí k výškoměrům založeným na principu podobnosti pravoúhlých trojúhelníků. Hlavní předností přístroje je skutečnost, že při měření výšek není nutno zjišťovat fixní horizontální odstupové vzdálenosti od měřeného objektu (tradičně 15, 20m ...), jak je tomu u většiny ostatních výškoměrů. Princip přístroje spočívá v automatickém přepočtu změřené úhlové hodnoty na základě vložené vzdálenosti od měřeného objektu. Díky tomuto přepočtu lze velmi snadno eliminovat chybu měření vznikající v členitém terénu v důsledku komplikovaného zjišťování přesné horizontální

vzdálenosti od měřeného objektu, což je velmi důležitou podmínkou přesného zjišťování stromových výšek.

Měření výšek spočívá v nastavení odpovídající odstupové vzdálenosti od měřeného objektu, změření úhlu k jeho patě a změření úhlu na jeho vrchol. Nejprve si zvolíme a změříme odstupovou vzdálenost. Krátkým stisknutím tlačítka zapneme přístroj a nastavíme tuto vzdálenost. Zaměříme patu kmene a delším podržením tlačítka uložíme hodnotu změřeného vertikálního úhlu. Nyní zaměříme vrchol stromu a odečteme výšku.



Obrázek č. 7. Digitální výškoměr HAGLÖF

**Pro měření výšek dodržujeme obecné základy:**

- odstupová vzdálenost má přibližně odpovídat výšce stromu;
- odstupová vzdálenost se měří po vrstevnici tak, aby horizontála vedoucí okem měřiče procházela kmenem měřeného stromu. V případě změření šikmé odstupové vzdálenosti (sklon svahu  $10^\circ$ ) se výška stromu musí upravit tak, že změřenou výšku stromu vynásobíme opravným faktorem, a tento součin odečteme od změřené výšky;
- k určení výšky je zapotřebí dvou záměr - na vrchol a na patu měřeného stromu. U jehličnanů se zaměřuje na terminální vrchol, u listnáčů na nejprůběžnější nejsvislejší větev v místě o tloušťce cca 5 cm. U borovic se zploštělými vrcholy se zaměřuje do místa ohybu koruny;
- z měření se vylučují stromy zřetelně nakloněné, souše a stromy s ulomenými vrcholy. Výšku stromu, který je nakloněn do boku, lze použít

při odklonu do  $10^\circ$  nebo vypočítat pomocí Pythagorovy věty, kdy výška stromu je přeponou trojúhelníku. Postavení měřiče vůči nakloněnému stromu musí být takové, aby strom byl nakloněn do boku, nikoliv k měřiči nebo od něj;

- u dvojáků se zaměřuje na vyšší, popř. průběžnější větev. U jehličnanů se měření dvojáků, pokud možno, vyhýbáme;
- výšky souší se měří pouze tehdy, pokud se zjišťuje jejich objem;
- neměříme za silného větru, kdy vrcholy stromů mají silné výkyvy;
- výška stromu by se měla z daného stanoviště měřit dvakrát (Štipl, 2000).

### **3.2.3. Měření výšky nasazení živé koruny**

Výška nasazení živé koruny je svislá vzdálenost mezi začátkem živé koruny (první živou větví, která je součástí živé koruny) a horizontální rovinou paty kmene. Používá se pro výpočet délky koruny stromu a měří se v metrech (m) s přesností na jednu desetinu. Měříme ji u všech stromů, u kterých se měří výška. Za spodní okraj živé (zelené) koruny se považuje u jehličnanů přeslen, ve kterém jsou alespoň dvě živé větve a pokud je tento přeslen součástí souvislé koruny. V případě, že je přeslen se dvěma živými větvemi zřetelně oddělen od výše položené zelené koruny, pak se za nasazení považuje až začátek souvislé živé koruny. Tuto výšku jsem také měřil digitálním výškoměrem HAGLÖF.

### **3.2.4. Měření vertikálních úhlů (sklonu)**

Měření probíhalo stejným digitálním výškoměrem HAGLÖF. Zapneme přístroj tak, že dvakrát krátce stiskneme tlačítko. Zvolíme rovnou mód DEG. Stiskneme tlačítko znovu a držíme jej při zaměření požadovaným směrem tak dlouho, dokud se na displeji nezobrazí výsledek - příslušný úhel ve stupních. Postup tedy odpovídá funkci zaměřování na patu kmene při měření výšek.

### **3.2.5. Chyby při měření**

Každé měření je zatíženo určitými měřickými chybami. Tyto chyby jsou dány nedokonalostí lidských smyslů, nedokonalostí měřických pomůcek, podmínkami při měření nebo také samotnou povahou měřené veličiny.

Chyby můžeme rozdělit na hrubé, nahodilé a systematické. Nepozorností měřiče vznikají hrubé chyby, které nejsou nevyhnutelné, proto se musí z výsledků měření vyloučit. Naopak nahodilým chybám se nedá předcházet, původ buď neznáme, nebo příčinu vzniku těchto chyb nedokážeme odstranit. Jedná se o chyby kladné i záporné vyskytující se se stejnou pravděpodobností. Systematické chyby jsou podřízené zákonitosti, s níž se opakují. Při opakovaném měření nemění znaménko, mohou být proměnlivé nebo periodické a mají různý původ.

Vhodnými opatřeními můžeme chyby úplně vyloučit nebo omezit na zanedbatelnou míru (Štipl, 2000).

## **3.3. Stanovení zásoby porostů**

Zásoby porostů se určují měřením nebo odhadem. Stanovení objemu přímým měřením probíhá průměrkováním nebo relaskopováním. Při průměrkování naplno se měří výčetní tloušťka všech stromů v porostu. Po ukončení průměrkování se měří výšky pro potřeby výpočtu objemu a taxační charakteristiku porostů. Počet měřených výšek pro dřevinu závisí na metodě výpočtu (Štipl, 2000).

### **1. Výpočet objemu podle objemových tabulek**

U každé dřeviny se pro každý tloušťkový interval měří zpravidla 1-5 výšek. U okrajových tloušťkových intervalů a intervalů s malým počtem stromů se měří 1-2 výšky. Naměřené výšky se u jednotlivých dřevin vynášejí ve výškovém grafikonu. Z výškového grafikonu se odečítají pro jednotlivé tloušťkové stupně vyrovnané výšky zaokrouhlené na celé metry. Z výškového grafikonu se také odvozuje střední výška jako hodnota odpovídající výčetní tloušťce středního kmene (Štipl, 2000).

### **2. Výpočet objemu podle jednotných objemových křivek**

Studiem vztahů taxačních veličin stejnověkových porostů bylo zjištěno, že je možné místo úplného výškového grafikonu, sestrojeného zvlášť pro každý porost a každou dřevinu, použít normalizované (jednotné) výškové křivky. Jednotná

výšková křivka udává průměrné výšky stromů pro tloušťkové stupně. Jednotné výškové křivky sloužily jako podklad pro systém jednotných objemových křivek (JOK), které podstatně zjednodušují a omezují měření výšek v porostech. Pro určení čísla JOK se používají tzv. zatřídovací grafikony, což jsou výsledky středních úseků výškových křivek všech tloušťkových stupňů s identickým očíslováním.

K určení čísla JOK je nutné určit průměrnou výšku a výčetní tloušťku vzorníku. Průměrná výčetní tloušťka se zjistí z celkového počtu kmenů dřeviny pomocí Weissova procenta. Tato metoda je založena na zkušenosti, že střední kmen dřeviny (vzorník) je v tom tloušťkovém stupni, ve kterém je při postupném sčítání dosaženo 60% všech kmenů, počínaje od nejslabších tloušťkových stupňů. V porostu se vyhledá určitý počet stromů, jejichž výčetní tloušťka se pohybuje v rozpětí  $\pm 2$  cm od vypočítané hodnoty vzorníku a u těchto se změří výška (Štipl, 2000).

### **3.4. Zpracování výsledků měření**

Zpracování výsledků měření probíhalo pomocí programu Microsoft Excel, ve kterém byly zhotoveny tabulky a grafy. Zásoba porostu byla počítána metodou jednotných objemových křivek. Dále byly použity taxační tabulky. Štíhlostní koeficient lze vypočítat jako poměr výšky stromu (m) k jeho výčetní tloušťce (cm) násobený stem. Výčetní kruhová základna je součet kruhových ploch jednotlivých stromů na ploše. Zakmenění je podíl redukované a skutečné plochy porostu. Zastoupení se vypočítá jako podíl redukované plochy dřeviny a redukované plochy porostu. Zastoupení druhu lze vyjádřit jako procentuální podíl, který zaujmají jedinci daného druhu dřeviny, z počtu všech stromů na zkusné ploše.

## **4. Výsledky**

### **4.1. Plocha č. 1 - Douglaska tisolistá**

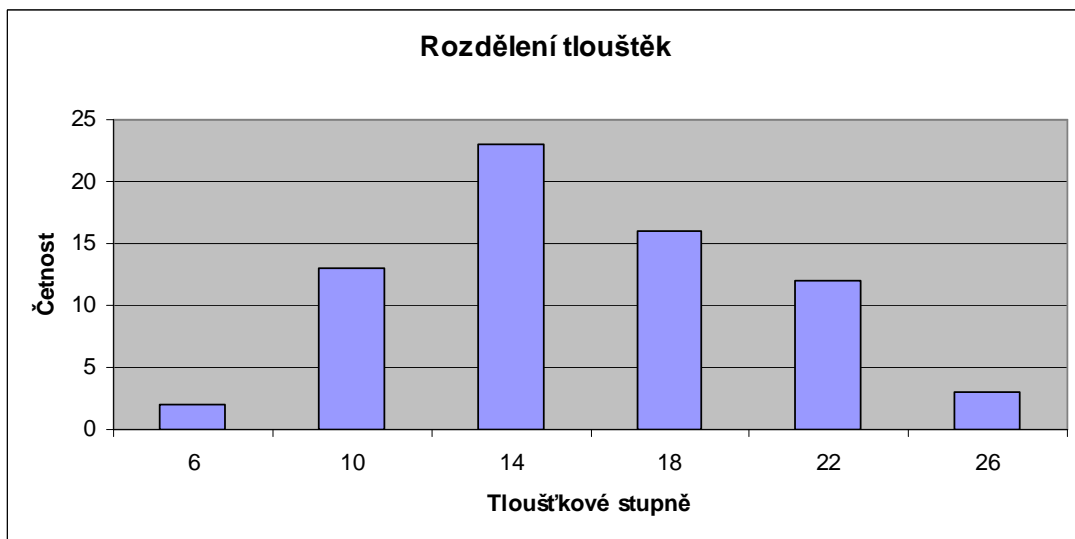
Zkusná plocha má obdélníkový tvar o rozloze 472,5 m<sup>2</sup>. Jde o douglaskovou monokulturu jejíž stáří je 38 let. Je zde 69 stromů, u kterých byl změřen výčetní průměr  $d_{1,3}$ , výška a výška nasazení koruny. Tloušťka středního kmene dle Weiseho



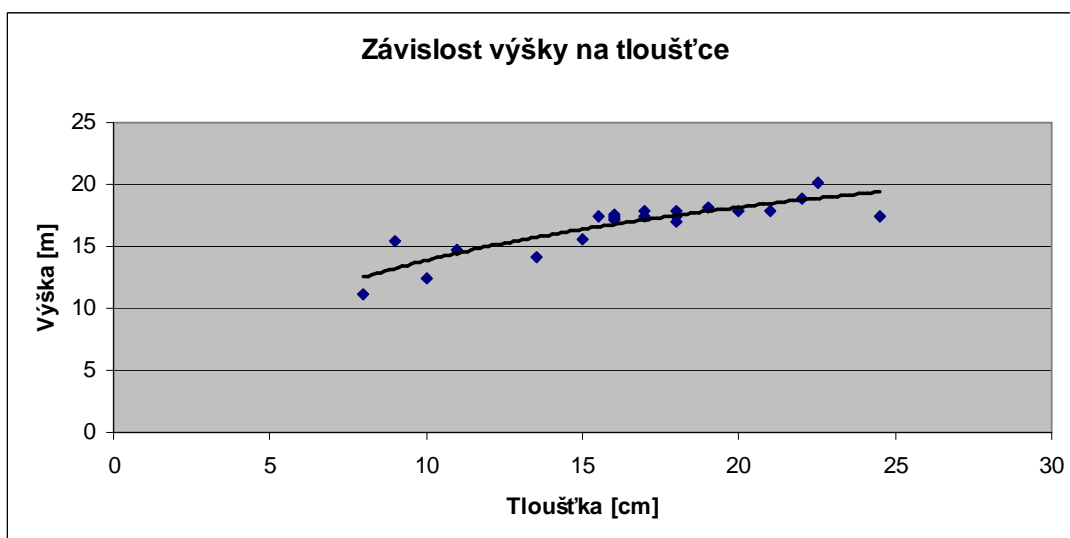
procenta činí 18 cm. Průměrná výška odpovídající tloušťkové třídě, do níž spadá průměrný kmen, je 17,6 m. Celkový objem hroubí s kůrou dle JHK tabulek (podle jedle) činí 14,38 m<sup>3</sup>, čemuž odpovídá hmota 304,34 m<sup>3</sup>/ha.

Tabulka č. 1. Charakteristika plochy č. 1

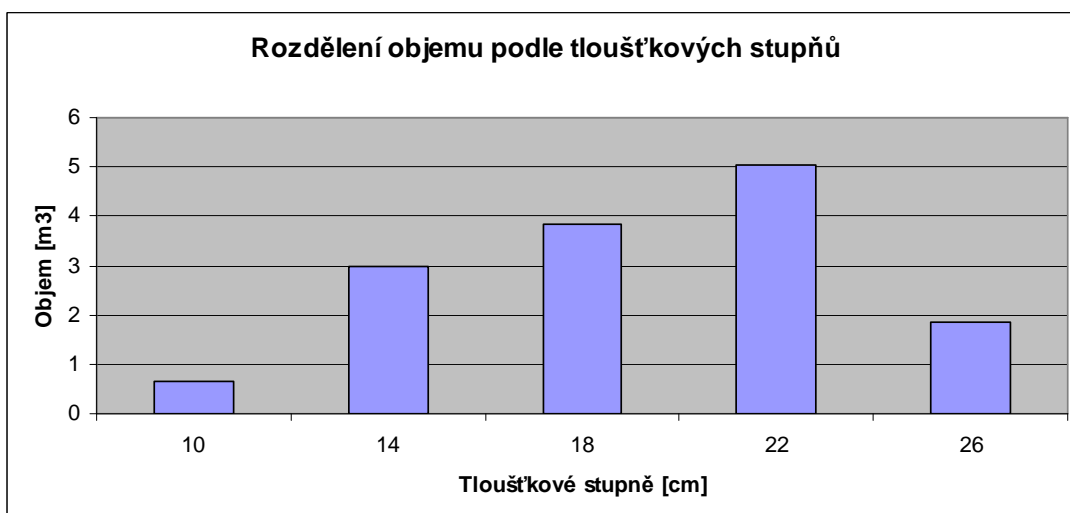
Dřevina	DG	Suma
Počet stromů [ks]	69	<b>69</b>
Zastoupení druhů [%]	100	<b>100</b>
Počet stromů na ha [ks]	1460	<b>1460</b>
Střední porostní tloušťka [cm]	18	-
Střední porostní výška [m]	17,6	-
Průměrná délka živé koruny [m]	6,95	-
Objem středního kmene [m <sup>3</sup> ]	0,24	-
Zásoba zkusné plochy [m <sup>3</sup> ]	14,38	<b>14,38</b>
Zásoba na hektar [m <sup>3</sup> ]	304,34	<b>304,34</b>
Podíl dřevin na objemu porostu [%]	100	<b>100</b>
Tabulková zásoba porostu [m <sup>3</sup> /ha]	320	-
Výčetní kruhová základna [m <sup>2</sup> ]	0,025	-
Zastoupení [%]	100	<b>100</b>
Zakmenění	-	<b>1</b>



Graf č. 1. Rozdělení tloušťek v porostu douglasky tisolisté



Graf č. 2. Závislost výšky na tloušťce pro douglasku na ploše č. 1



Graf č. 3. Rozdělení objemu podle tloušťkových stupňů u douglasky na ploše č. 1

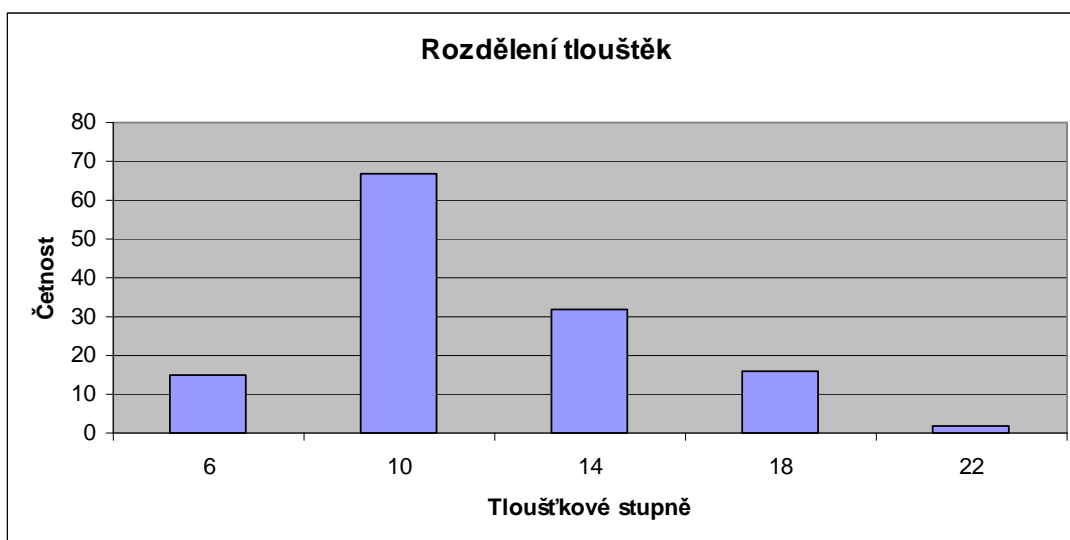
Naměřené a vypočítané údaje ukazují téměř srovnatelnou hodnotu skutečné (304,34 m<sup>3</sup>/ha) a tabulkové (320 m<sup>3</sup>/ha) zásoby. Vzhledem k půdním podmínkám na tomto území je výsledek velmi dobrý. Porost je mírně přeštíhlen (průměrný štíhlostní koeficient pro douglasku je 0,98), což je způsobeno nedostatečnou výchovou, která zde byla provedena. Srovnáme-li zjištěné údaje douglasky tisolisté v tomto porostu s taxačními tabulkami pro douglasku, vychází zjištěné dendrometrické veličiny nad úroveň AVB 38 (1).

## 4.2. Plocha č. 2 - Douglaska tisolistá, modřín opadavý

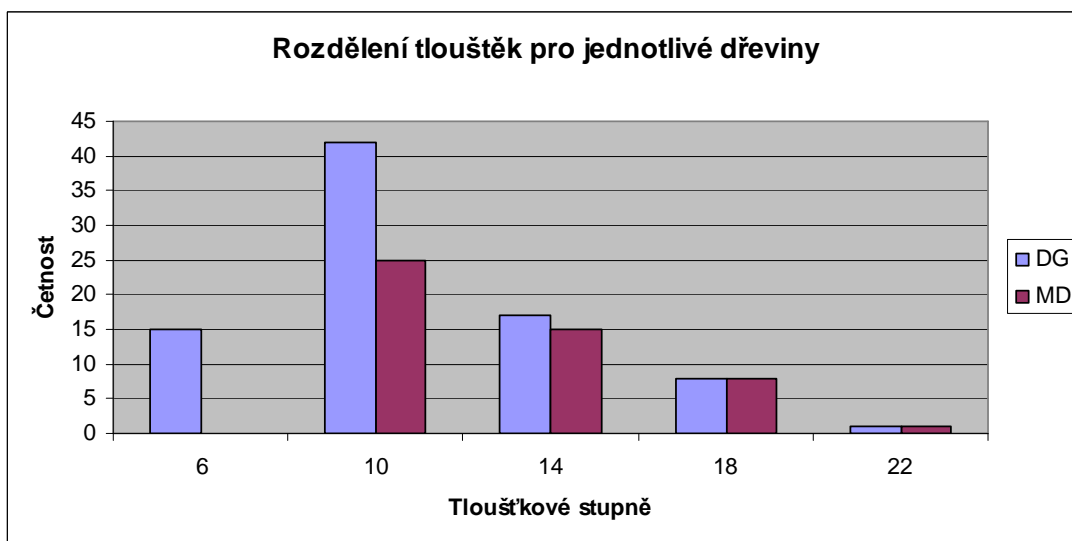
Zkusná plocha má čtvercový tvar o rozloze 400 m<sup>2</sup>. Jde o smíšený douglaskovo-modřínový porost, jehož stáří je 38 let. Je zde 132 stromů, u kterých byl změřen výčetní průměr  $d_{1,3}$ , výška a výška nasazení koruny. Tloušťka středního kmene dle Weiseho procenta činí 12 cm (douglaska), 15 cm (modřín). Průměrná výška odpovídající tloušťkové třídě, do níž spadá průměrný kmen, je 14,3 m (douglaska), 15,7 m (modřín). Celkový objem hroubí s kůrou dle JHK tabulek (podle jedle a modřínu) tabulek činí 12,63 m<sup>3</sup>, čemuž odpovídá hmota 315,75 m<sup>3</sup>/ha.

Tabulka č. 2. Charakteristika plochy č. 2

Dřevina	DG	MD	Suma
<b>Počet stromů [ks]</b>	83	49	<b>132</b>
<b>Zastoupení druhů [%]</b>	62,9	37,1	<b>100</b>
<b>Počet stromů na ha [ks]</b>	2150	1225	<b>3375</b>
<b>Střední porostní tloušťka [cm]</b>	12	15	-
<b>Střední porostní výška [m]</b>	14,3	15,7	-
<b>Průměrná délka živé koruny [m]</b>	5,6	3,4	-
<b>Objem středního kmene [m<sup>3</sup>]</b>	0,08	0,15	-
<b>Zásoba zkusné plochy [m<sup>3</sup>]</b>	7,61	5,02	<b>12,63</b>
<b>Zásoba na hektar [m<sup>3</sup>]</b>	190,25	125,5	<b>315,75</b>
<b>Podíl dřevin na objemu porostu [%]</b>	60,25	39,75	<b>100</b>
<b>Tabulková zásoba porostu [m<sup>3</sup>/ha]</b>	220	240	-
<b>Výčetní kruhová základna [m<sup>2</sup>]</b>	0,011	0,018	-
<b>Zastoupení [%]</b>	62,32	37,68	<b>100</b>
<b>Zakmenění</b>	-	-	<b>1,4</b>

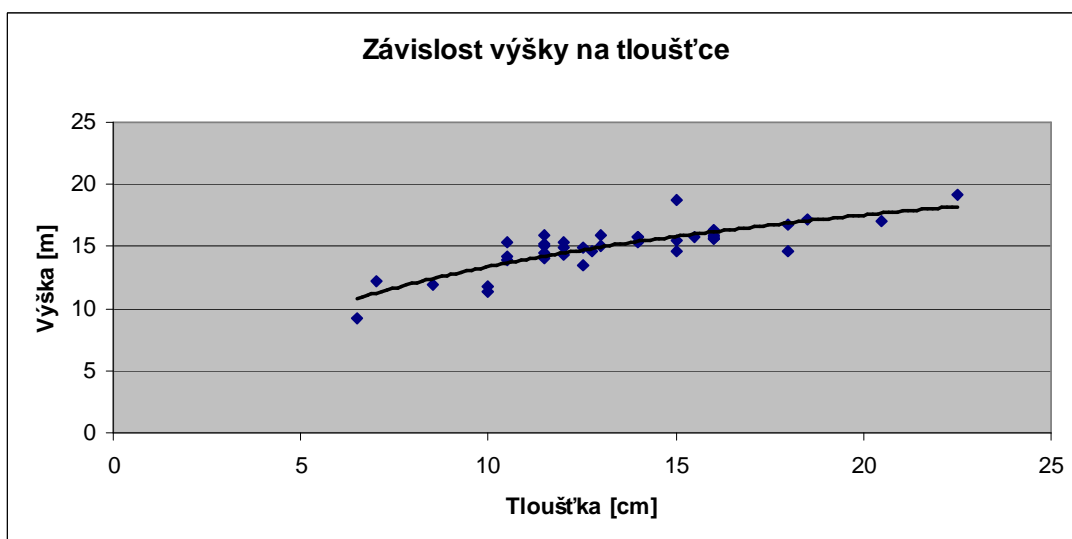


Graf č. 4. Rozdělení tlouštěk pro smíšený porost douglasky s modřínem

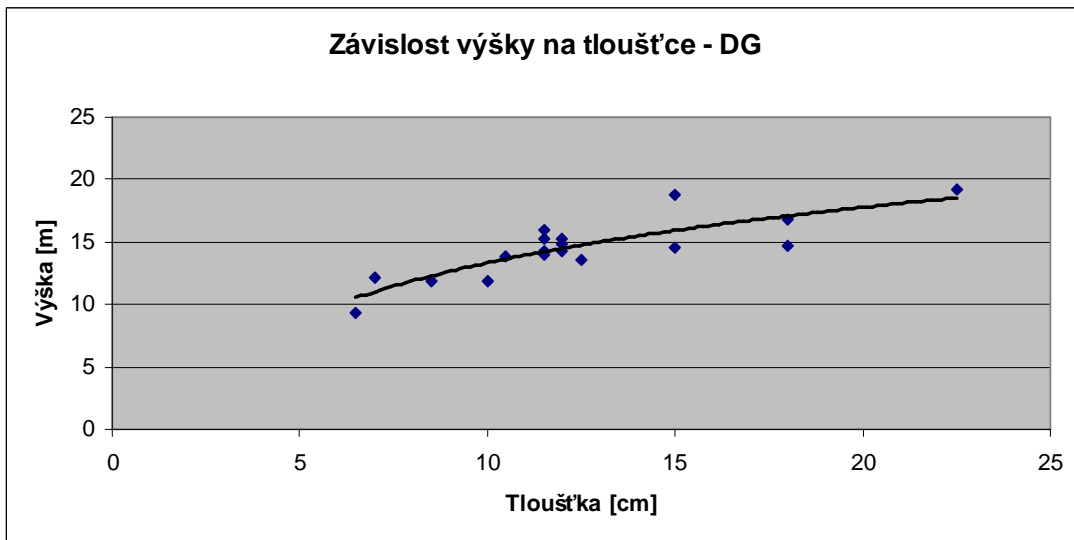


Graf č. 5. Rozdělení tloušťek pro jednotlivé dřeviny

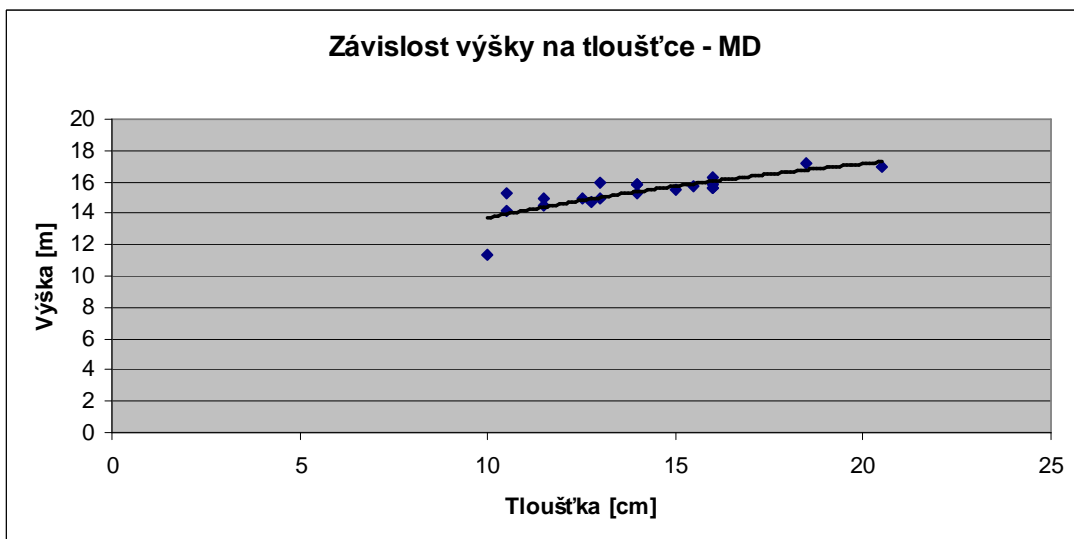
Graf znázorňuje trend rozmístění stromů v tloušťkových stupních. Douglaska i modřín jsou téměř rovnoměrně rozmístěny. Modřín se nevyskytuje v nejnižším tloušťkovém stupni a nejvyšší zastoupení má ve stupni desátém. Dřeviny zabírají tloušťkové stupně 10-18, což odpovídá rozdělení tloušťek 40letého porostu.



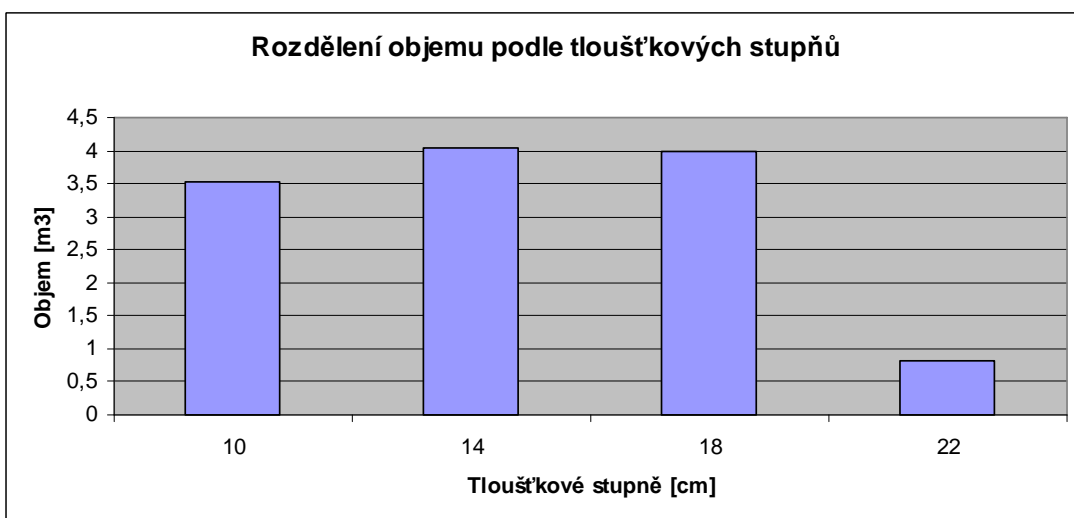
Graf č. 6. Závislost výšky na tloušťce stanovená pro obě dřeviny dohromady



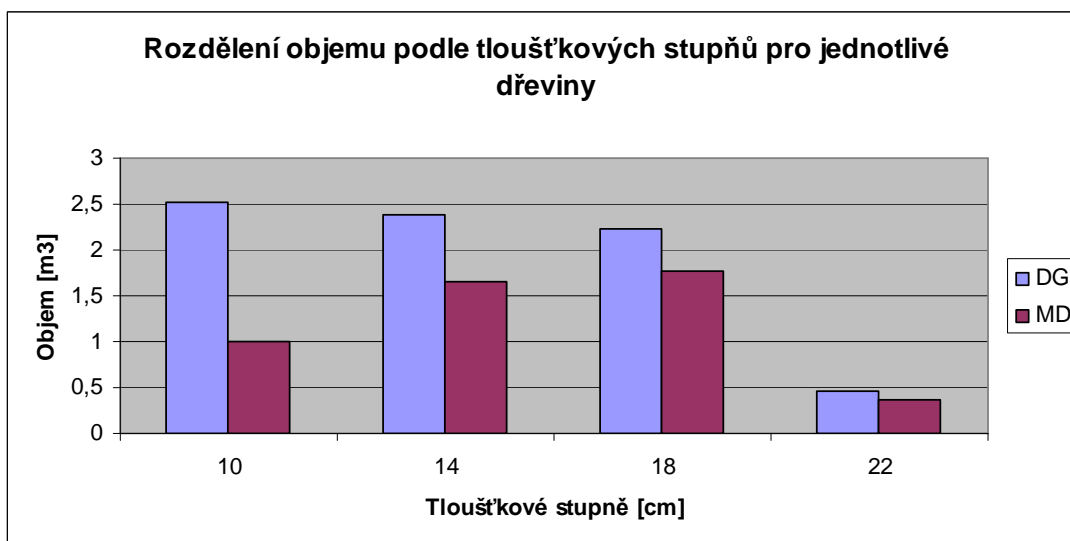
Graf č. 7. Závislost výšky na tloušťce pro douglasku



Graf č. 8. Závislost výšky na tloušťce pro modřín



Graf č. 9. Rozdělení objemu podle tloušťkových stupňů



Graf č. 10. Rozdělení objemu podle tloušťkových stupňů pro jednotlivé dřeviny

Z naměřených a vypočítaných údajů vyplývá mírná produkční nadřazenost douglasky tisolisté nad modřínem opadavým. I když zde byl proveden výchovný zásah, douglaska je přeštíhlená (průměrný štíhlostní koeficient je 1,19) , totéž platí i pro modřín (1,05). Tato skutečnost se již začala projevovat na stabilitě porostu. Na několika místech došlo k vývratům. Zvláště na antropogenních substrátech je náchylnost k vývratům vysoká, protože zde stromy nedostatečně zakořeňují.

Douglaska má 63% podíl na počtu stromů a podobně je na tom i u objemu (60 %). Modřín se podílí v obou případech kolem 40 %. Skutečná zásoba douglasky na hektar 190,25 m<sup>3</sup> je ve srovnání s tabulkovou zásobou (240 m<sup>3</sup>/ha) spíše podprůměrná. Srovnáme-li zjištěné údaje pro douglasku v tomto porostu s taxačními tabulkami, vychází zjištěné dendrometrické veličiny na úrovni AVB 34 (3).

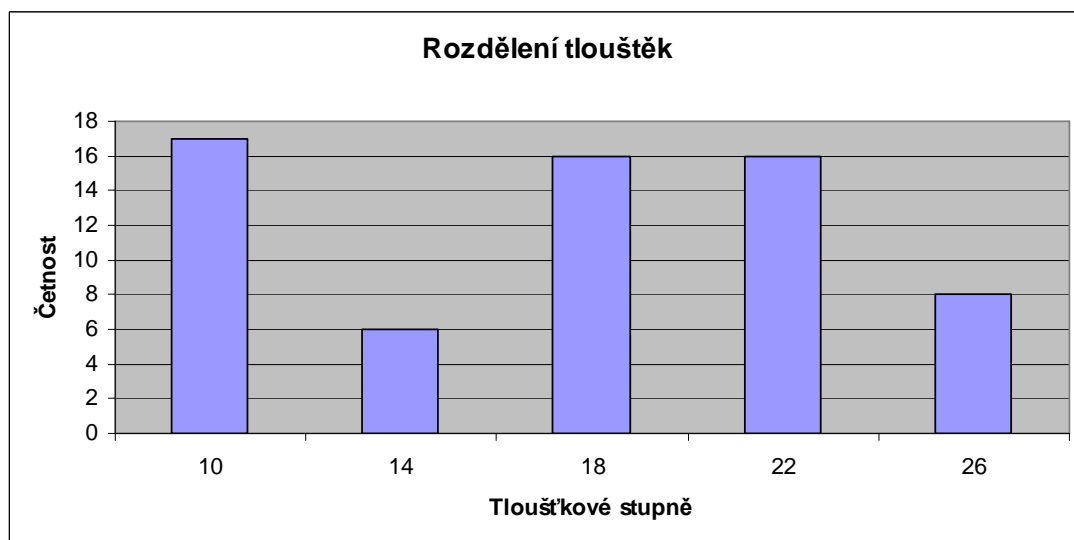
### 4.3. Plocha č. 3 - Douglaska tisolistá, borovice vejmutovka

Zkusná plocha má čtvercový tvar o rozloze 400 m<sup>2</sup>. Jde o smíšený douglaskovo-vejmutovkový porost, jehož stáří je 39 let. Je zde 63 stromů, u kterých byl změřen výčetní průměr  $d_{1,3}$ , výška a výška nasazení koruny. Tloušťka středního kmene dle Weiseho procenta činí 20 cm (douglaska), 22 cm (vejmutovka). Průměrná výška odpovídající tloušťkové třídě, do níž spadá průměrný kmen, je 15,8 m

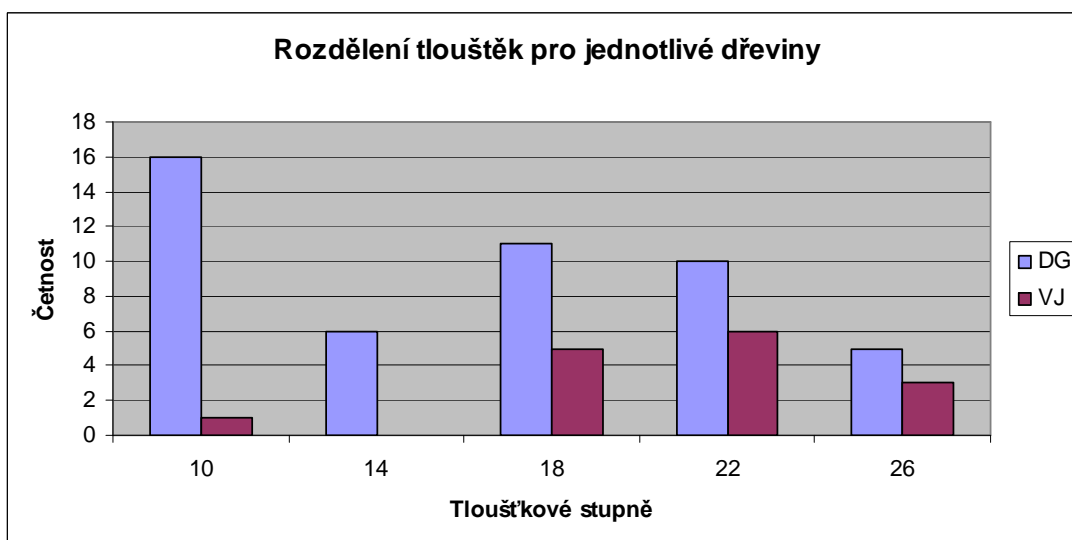
(douglaska), 15,7 m (vejmutovka). Celkový objem hroubí s kůrou dle JHK tabulek (podle jedle a borovice) činí 13,51 m<sup>3</sup>, čemuž odpovídá hmota 337,75 m<sup>3</sup>/ha.

Tabulka č. 3. Charakteristika plochy č. 3

Dřevina	DG	VJ	Suma
<b>Počet stromů [ks]</b>	48	15	<b>63</b>
<b>Zastoupení druhů [%]</b>	76,2	23,8	<b>100</b>
<b>Počet stromů na ha [ks]</b>	1200	375	<b>1575</b>
<b>Střední porostní tloušťka [cm]</b>	20	22	-
<b>Střední porostní výška [m]</b>	15,8	15,7	-
<b>Průměrná délka živé koruny [m]</b>	6,75	7,24	-
<b>Objem středního kmene [m<sup>3</sup>]</b>	0,26	0,27	-
<b>Zásoba zkusné plochy [m<sup>3</sup>]</b>	9,6	3,91	<b>13,51</b>
<b>Zásoba na hektar [m<sup>3</sup>]</b>	240	97,75	<b>337,75</b>
<b>Podíl dřevin na objemu porostu [%]</b>	71,06	28,94	<b>100</b>
<b>Tabulková zásoba porostu [m<sup>3</sup>/ha]</b>	280	220	-
<b>Výčetní kruhová základna [m<sup>2</sup>]</b>	0,031	0,038	-
<b>Zastoupení [%]</b>	65,86	34,14	<b>100</b>
<b>Zakmenění</b>	-	-	<b>1,3</b>

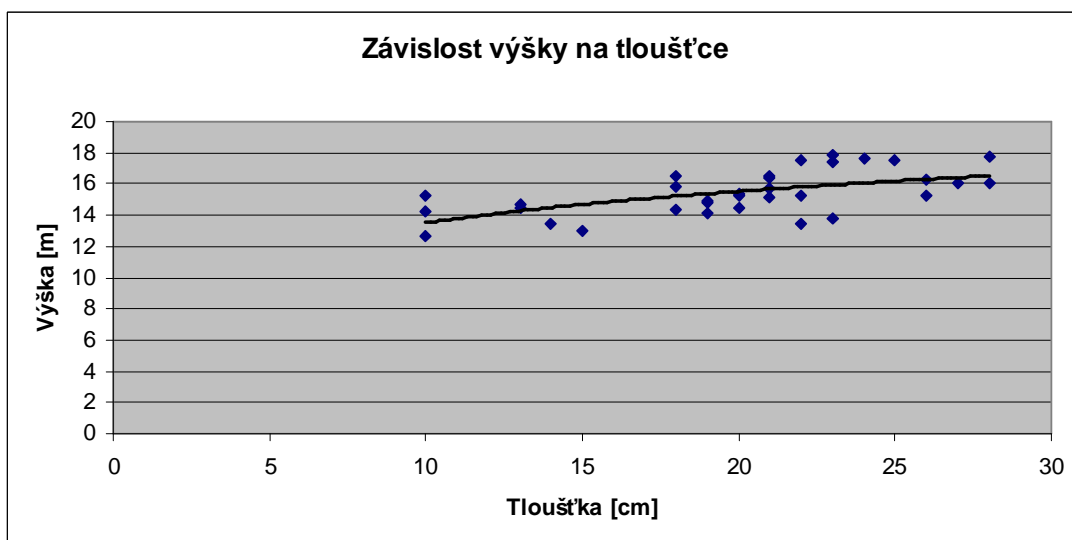


Graf č. 11. Rozdělení tlouštěk pro smíšený porost douglasky s vejmutovkou



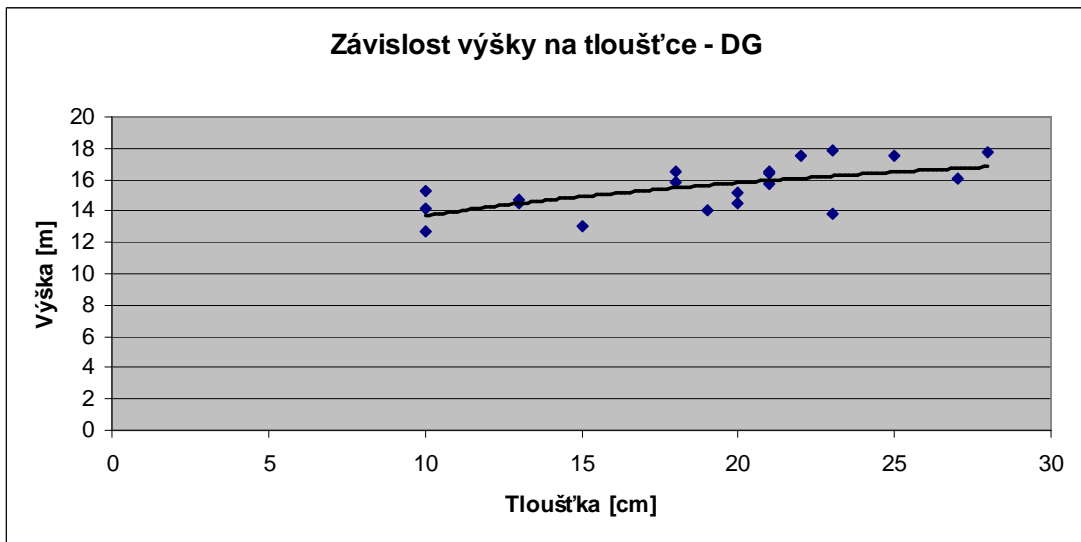
Graf č. 12. Rozdělení tloušťek pro jednotlivé dřeviny

Na tomto grafu je znázorněn trend rozmístění stromů v tloušťkových stupních. Vejmutovka má rychlejší přírůst než douglaska, proto zaujímá převážně vyšší tloušťkové stupně. Zatímco douglaska je zastoupena nejvíce v nejnižším tloušťkovém stupni.

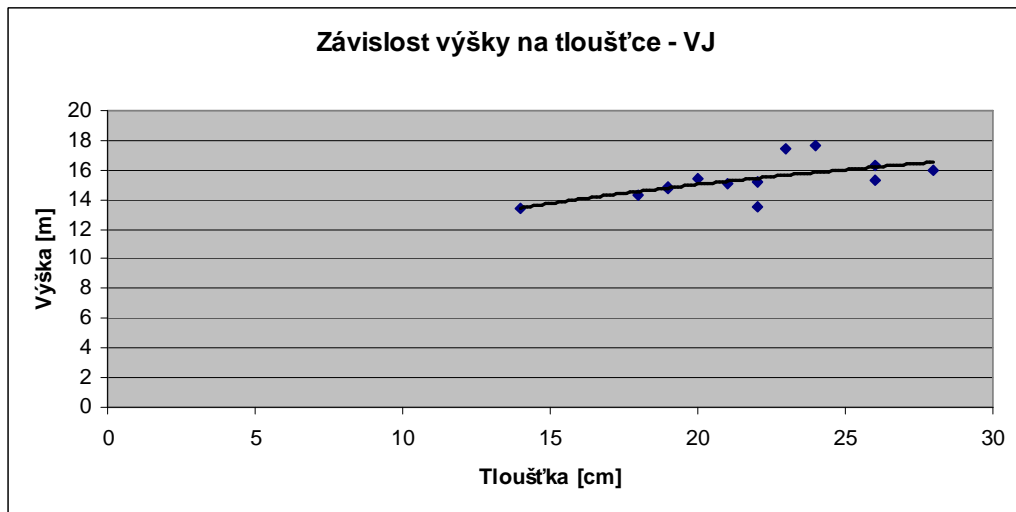


Graf č. 13. Závislost výšky na tloušťce pro obě dřeviny dohromady

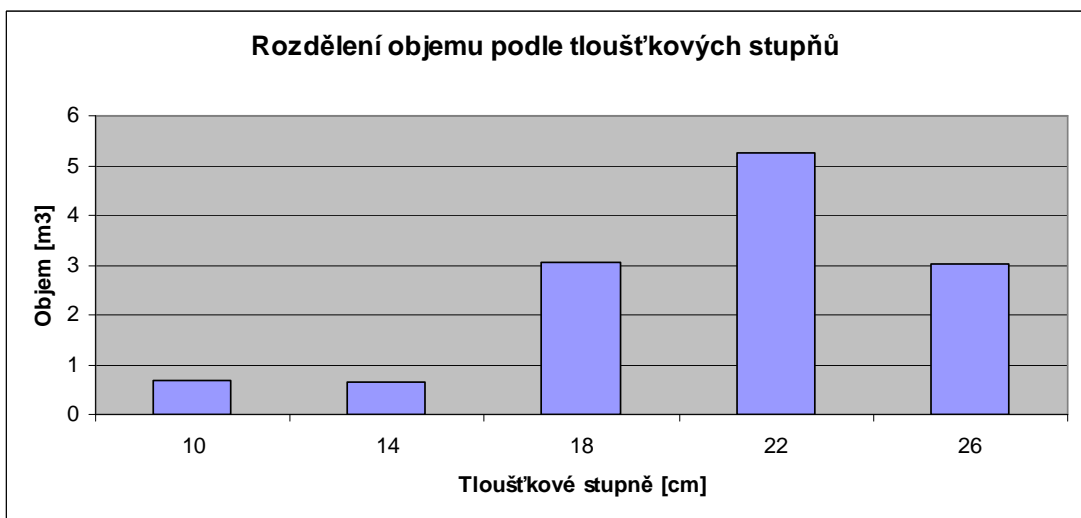




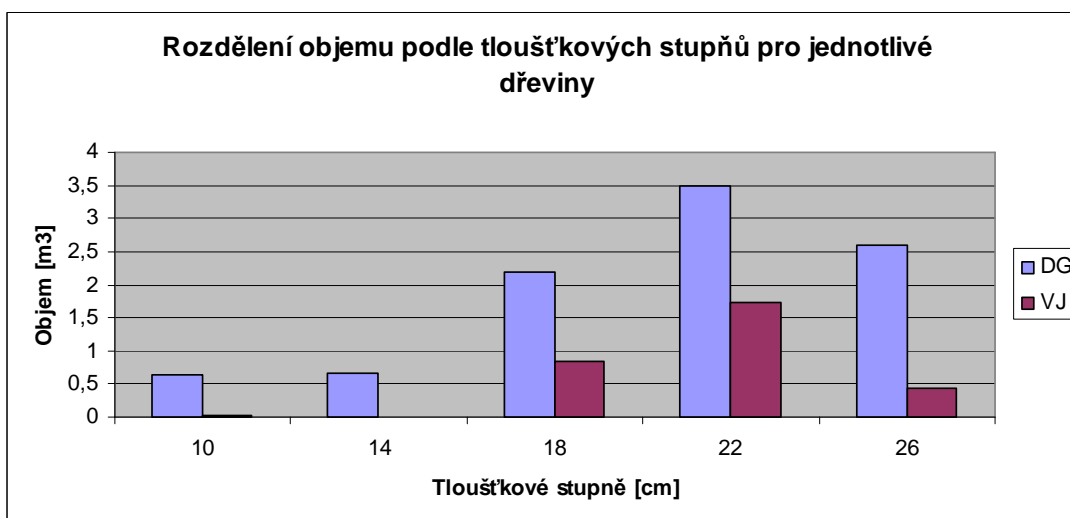
Graf č. 14. Závislost výšky na tloušťce pro douglasku



Graf č. 15. Závislost výšky na tloušťce pro vejmutovku



Graf č. 16. Rozdělení objemu podle tloušťkových stupňů



Graf č. 17. Rozdělení objemu podle tloušťkových stupňů pro jednotlivé dřeviny

Na počtu stromů se douglaska tisolistá podílí 76 % a na objemu přibližně stejnou hodnotou - 71 %. Borovice vejmutovka, která je zastoupena 24 %, se na objemu podílí 29 %. V porostu nebyl patrný žádný výchovný zásah, přesto štíhlostní koeficienty u obou dřevin vyšly stabilní (douglaska - 0,79; vejmutovka - 0,71). Taková hodnota, která je na antropogenních substrátech velice žádaná, dává předpoklad stability porostu proti nepříznivým klimatickým podmínkám.

Průměrný objem douglasky je srovnatelný s vejmutovkou. Vypočtená skutečná zásoba na hektar se od tabulkové liší o 40 m<sup>3</sup>, je tedy spíše podprůměrná. Srovnáme-li zjištěné údaje pro douglasku v tomto porostu s taxačními tabulkami, vychází zjištěné dendrometrické veličiny na úrovni AVB 36 (2).

## 5. Diskuze

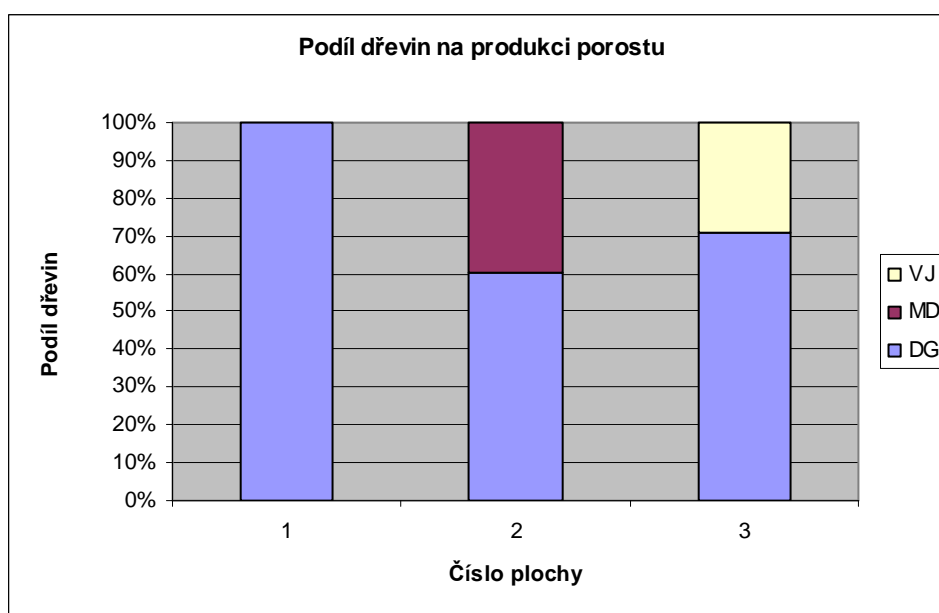
### 5.1. Srovnání douglaskových porostů

Jelikož byly měřeny douglaskové porosty téměř stejného stáří, je zajímavé jejich vzájemné porovnání. Všechny tři sledované plochy jsou na stejných antropogenních stanovištích a ve dvou z nich proběhly výchovné zásahy. Na jedné ploše roste douglasková monokultura, zbylé dvě jsou smíšené s modřínem nebo vejmutovkou. Tyto skutečnosti se nejspíše projeví na jejich rozdílných produkčních schopnostech.

Tabulka č. 4. Celková produkce porostů

Plocha	Věk	Zakmenění	Zastoupení DG [%]	Zastoupení MD [%]	Zastoupení VJ [%]	Zásoba plochy na ha [m <sup>3</sup> ]
č.1	38	1,0	100,00	0,00	0,00	304,34
č.2	38	1,4	62,32	37,68	0,00	315,75
č.3	39	1,3	65,86	0,00	34,14	337,75

Na ploše č. 1 je zastoupena douglaska ve 100 % a má zásobu 304 m<sup>3</sup>. Tato zásoba je nejmenší ze všech zkoumaných ploch. Pravděpodobně je to dáno tím, že na této ploše nemá douglaska konkurenci v podobě jiné dřeviny. Na zbývajících dvou plochách roste douglaska ve směsi s jinými jehličnatými dřevinami. Na ploše č. 2 je zásoba vyšší vlivem většího počtu stromů zastoupených v nižších tloušťkových stupních. Na ploše č. 3 je zásoba největší. Přestože je na této ploše podobný počet stromů jako u plochy č. 1, je zásoba větší o 34 m<sup>3</sup>. Důvodem je přítomnost vejmutovky, která má větší přírůstovou produkci a je zastoupena v tloušťkových stupních od 18 cm výše.



Graf č. 18. Podíl dřevin na produkci porostů

Procentuální podíl jednotlivých dřevin na produkci porostu přibližně odpovídá zastoupení těchto dřevin v daných zkusných plochách. Přestože má modřín trojnásobný počet stromů než vejmutovka, je jeho podíl na zásobě jen o 10 % větší.

## 5.2. Srovnání douglasky a jiných dřevin

Pro srovnání produkční schopnosti douglasky tisolisté byla použita plocha monokultury douglasky s monokulturními plochami jiných dřevin (smrk, dub, buk), a to na výsypce Antonín. Další srovnání bylo zaměřeno na produkci douglasky tisolisté v tomto arboretu a douglasky tisolisté na bývalé zemědělské půdě v Kostelci nad Černými lesy. Jednalo se o zkusné plochy vytyčené v porostech Školního lesního podniku.

Tabulka č. 5. Srovnání douglasky s jinými dřevinami na výsypce Antonín

Dřevina	Věk	Zastoupení [%]	Zásoba na ha [m3]
DG	38	100	304
SM	31	100	214
DB	31	100	106
BK	35	100	71

Z tabulky č. 6 vyplývá, že douglaska má ve srovnání s ostatními porovnávanými dřevinami nejvyšší produkční schopnost, přičemž u dubu a buku dosahovala zjištěná zásoba pouze třetinových hodnot.

V porostu smrku ztepilého nebyl od založení proveden žádný výchovný zásah. Z tohoto důvodu je značně přehoustlý a jednotlivé stromy jsou zavětvené až k bázi kmene. Porosty dubu a buku rovněž nebyly od svého založení vychovávány. Byly vysazeny v řadách, přičemž vzdálenost řad od sebe byla 2 metry a jednotlivé sazenice měly rozestup 1 metr (Jurisová, 2012, nepublikováno).

Tabulka č. 6. Douglaska v Kostelci nad Černými lesy a na výsypce Antonín

Lokalita	Kostelec	Sokolov
Věk	39	38
Plocha	0,125	0,047
Počet stromů [ks]	116	69
Počet stromů na ha [ks]	928	1460
Průměrná výška [m]	22	17,6
Průměrná tloušťka [cm]	24	18
Zásoba zkusné plochy [m3]	54,6	14,38
Zásoba na hektar [m3]	438,60	304,34

Douglaska, kterou se zalesňovaly bývalé zemědělské půdy na území Školního lesního podniku ČZU v Kostelci nad Černými lesy, byla doložena

jako nejpřirůstavější. Ve srovnání s BO, SM a BR rostoucími na stejných stanovištích se projevila jako dřevina s nejvyšším produkčním potenciálem a na rozdíl od ostatních studovaných jehličnanů (SM, BO) má na těchto plochách relativně příznivé působení na půdu (Podrázský V. a kol, 2009).

V porovnání s douglaskou rostoucí na Sokolovsku má znatelně lepší parametry, a to ve všech porovnávaných hodnotách. Je to dáno vyšším obsahem živin v půdách na zemědělských lokalitách oproti výsypkovým stanovištím.

Při srovnání výsledků této práce s výsledky jiných autorů, kteří zkoumali růst a produkci douglasky tisolisté a jiných dřevin, vychází tato dřevina jako velmi vhodná pro zalesnění antropogenních stanovišť.

### **5.3. Doporučení pro další hospodaření**

Dle zjištěných údajů je patrné, že se uvedené porosty na antropogenních půdách jen těžko budou zařazovat do hospodářského lesa, popřípadě bude jejich produkční funkce aktuální v delším časovém horizontu. Jak již bylo zmíněno v předešlých kapitolách, jakákoliv dřevina zde neroste obvyklým způsobem. Celé toto arboretum by mělo zůstat zachováno a mělo by se pokračovat ve výzkumech jednotlivých dřevin, neboť výsledky mohou sloužit nejen jako podklady pro vědecké práce, ale hlavně mohou být vhodnou pomůckou pro společnosti zabývající se rekultivacemi. Ústav pro hospodářskou úpravu lesa tuto plochu zařadil do kategorie lesů se zvláštní funkcí estetickou a půdoochrannou. V roce 2011 tyto plochy převzaly do správy Lesy České republiky a další lesnická činnost se bude odvíjet od platného lesního hospodářského plánu. Výchova porostu by se měla zaměřit na sanitární výběr a prostorovou úpravu pro zvýšení stability porostu. Probírkovým zásahem by mělo dojít k redukci podúrovňových stromů, protože tyto dřeviny nedosáhnou kvality stromů v hlavní úrovni a navíc odčerpávají potřebné živiny. Také by se mělo zohlednit vytváření spodní etáže se zachováním výrazných exot. Dále by se zde měly intenzivně odstraňovat invazní druhy rostlin i dřevin (hlošina stříbrná, bolševník velkolepý), které brání přirozenému zmlazení porostu a v případě bolševníku mohou poškodit i zdraví.

Arboretum by také mohlo sloužit jako naučná plocha pro školy i laickou veřejnost. Pro místní obyvatele je to hojně navštěvovaná lokalita, proto by zde mohly vzniknout cyklostezky, turistické stezky s informačními tabulemi a odpočinková stanoviště s lavičkami.

## 6. Závěr

Tato diplomová práce hodnotila strukturu a produkci čistých a smíšených porostů douglasky tisolisté na antropogenních půdách výsypky Antonín na Sokolovsku. Posuzovány byly tři porosty ve věku 38-39 let, které rostly na srovnatelných stanovištích. První porost byl zastoupen pouze douglaskou tisolistou, v druhém porostu byla douglaska tisolistá s 40% zastoupením modřínu opadavého a třetí porost byl tvořen dřevinou douglaskou tisolistou s přimíšenou dřevinou borovicí vejmutovkou (40 %). Z těchto tří porostů měla největší zásobu plocha douglasky tisolisté ve směsi s borovicí vejmutovkou ( $337,75 \text{ m}^3$ ), oproti tomu nejmenší zásobu douglaska tvořila v monokultuře -  $304,34 \text{ m}^3$ . Výsledky také ukázaly, že větší zásoby na hektar vytváří porosty s přimíšenými dřevinami. Tento způsob pěstování je pro douglasku tisolistou doporučován. Při sledování růstu douglasky a domácích dřevin na lokalitě Antonín byla zaznamenána ve srovnání s domácími dřevinami výrazně vyšší produkce douglasky.

Z výsledků vyplynulo, že introdukovaná dřevina douglaska tisolistá je velmi vhodná pro plochy s antropogenními substráty. Výzkumem bylo zjištěno, že se douglaska tisolistá na těchto lokalitách dokáže nejenom dobře ujmout, ale i vytvořit dobrou produkci ve svém růstu i v tvorbě dřevní hmoty. Je adaptabilní k nevhodným půdním podmínkám a má také relativně příznivý vliv na půdu na rozdíl od ostatních jehličnatých dřevin (vejmutovka, borovice, smrk). Její opad se velmi rychle rozkládá, čímž ovlivňuje obsah živin v biomase. Pro výsypková stanoviště je to přínosná vlastnost, protože půdy na těchto stanovištích vykazují ve srovnání s lesními půdami nižší až nulové obsahy živin. Proto se jeví i jako vhodná meliorační dřevina na lokalitách, kde je zapotřebí zkvalitnit půdy.

## 7. Seznam použité literatury

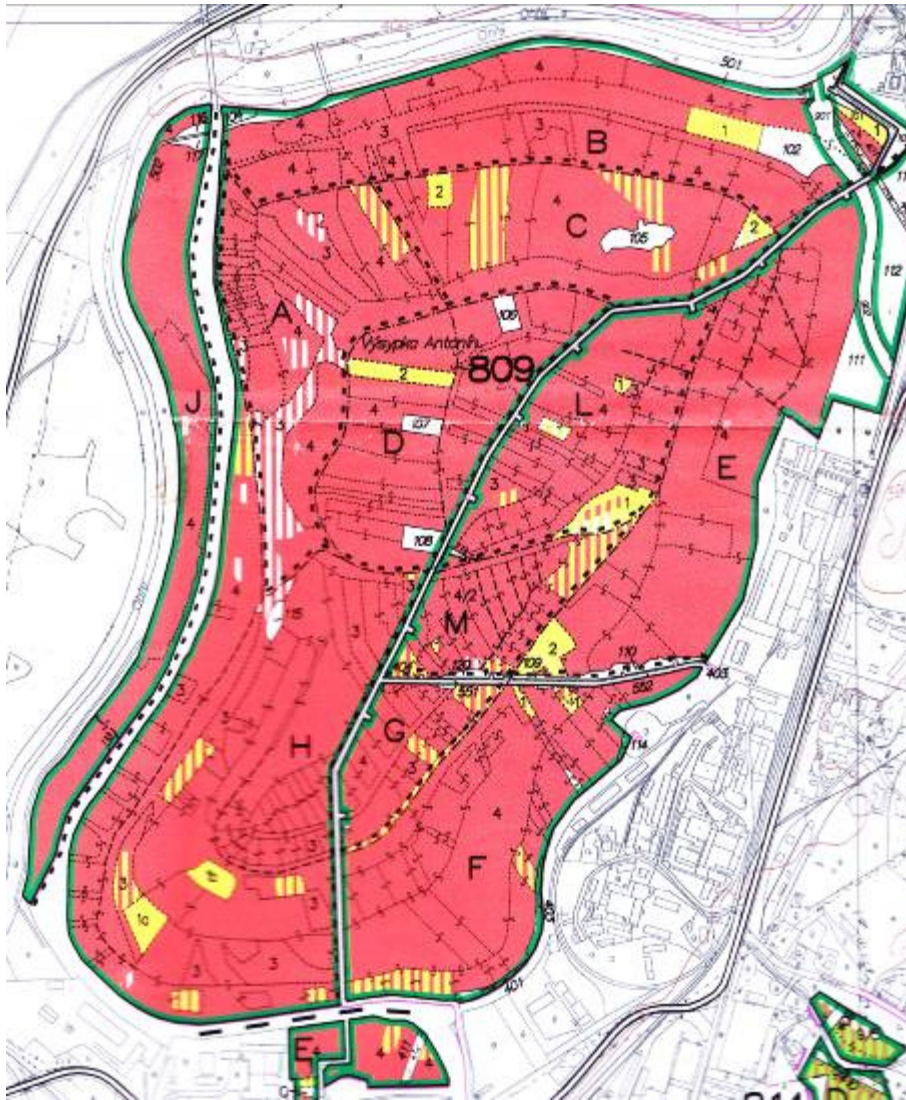
- Cafourek, J., 2006 : Provenienční pokusy douglasky tisolisté v oblastech středozápadní Moravy. Sborník Douglaska a jedle obrovská - opomíjení giganti. Praze, 7-15 s.
- Culek M., Grulich V., Povolný D., 1996: Biogeografické členění České republiky, Enigma, Praha, 347 s.
- Dimitrovský K., 1999: Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 66 s.
- Dimitrovský K., 2001: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, a.s., Sokolov, 191 s.
- Dimitrovský K., 2008: Růst, vývoj a morfogenní vlastnosti dřevin - základní rekultivační dendrologie. Zpravodaj Hnědé uhlí 1/2008, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a.s., Most, 15-31 s.
- Dimitrovský K., Nechanický M., Kloubská K., 2001: Dendrologické aspekty pro zakládání lesních porostů na výsypkových stanovištích. Sborník konference Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí 14. -18. 5. 2001, Teplice, 8 s.
- Dimitrovský K., Vesecký J., 1989: Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 132 s.
- Frouz J., Popperl J., Přikryl I., Štrudl J., 2007: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s., Sokolov, 26 s.
- Hejný S. a Slavík B., 1988: Květena České socialistické republiky 1., Academia, Praha, 557 s.
- Hofman J., 1964: Pěstování douglasky. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 254 s.
- Hráček J., Dimitrovský K., 2001: Kategorizace výsypkových zemín jako určující faktor volby způsobů rekultivace v oblasti DNT. Sborník konference Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí 14. -18. 5. 2001, Teplice, 7 s.

- Frýdl J., Šindelář J., 2004: Šlechtění a introdukce dřevin v ekologicky orientovaném LH. Online: <http://www.silvarium.cz/lesnicka-prace-c-2-04/slechteni-a-introdukce-drevin-v-ekologicky-orientovanem-lh>, 1 s.
- Kantor J., 1975: Zakládání lesů a šlechtění lesních dřevin. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 526 s.
- Kazda J., Prokinová E., 2001: Zdravotní stav výsadeb na rekultivovaných plochách. Sborník konference Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí 14. - 18. 5. 2001, Teplice, 8 s.
- Kryl V., Jiskra J., 2001: Důlně-technické rekultivace v podmínkách Sokolovského hnědohelného revíru. Sborník konference Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí 14. -18. 5. 2001, Teplice, 5 s.
- Leitgeb J. a kol., 1999: Studie rekultivace Podkrušnohorské výsypky. A. textová část., Sokolovská uhelná a.s., K. Vary, 55 s.
- Míchal I., Petříček V. a kol., 1999: Péče o chráněná území, díl II. - Lesní společenstva, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 79 s.
- Musil I., 2003: Lesnická dendrologie 1. Jehličnaté dřeviny. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 177 s.
- Pecharová E., Wotavová K., Hejný S., 2001: Perspektiva vegetace výsypkových lokalit Sokolovska. Sborník konference Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí 14. -18. 5. 2001, Teplice, 9 s.
- Pižl V., Frouz K., Tajovský K., Lukešová A., Nováková A., Starý J., Háněl L., Balík V., 2001: Sukcese půdních biot na výsypkách - srovnání rekultivovaných a nerektivovaných ploch. Sborník konference Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí 14. -18. 5. 2001, Teplice, 5 s.
- Podrázský V., Remeš J., Hart V., Tauchman P., 2009: Douglaska a její pěstování - test českého lesnictví. Lesnická práce, 88, č. 6, s. 28-30.
- Podrázský V., Remeš J., Hart V., Moser, W.K., 2009: Production and humus form development in forest stands established on agricultural lands - Kostelec nad Černými lesy region. Journal of Forest Science, 55, č. 7, s. 299-305.
- Slávik M., 2004: Lesnická dendrologie. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 80 s.



## 8. Přílohy

Příloha 1: Porostní mapa výsypky Antonín .....	I
Příloha 2: Plocha č. 1 - douglaska.....	II
Příloha 3: Plocha č. 2 - douglaska s modřínem.....	II
Příloha 4: Plocha č. 3 - douglaska s vejmutovkou .....	III
Příloha 5: Naměřené hodnoty na ploše č. 1 .....	III
Příloha 6: Naměřené hodnoty na ploše č. 2 .....	IV
Příloha 7: Naměřené hodnoty na ploše č. 3 .....	IV



Příloha 1: Porostní mapa výsypky Antonín



Příloha 2: Plocha č. 1 - douglaska



Příloha 3: Plocha č. 2 - douglaska s modřínem



Příloha 4: Plocha č. 3 - douglaska s vejmutovkou

Příloha 5: Naměřené hodnoty na ploše č. 1

<b>Plocha č. 1 – douglaska tisolistá</b>		
<b>Tloušťkový stupeň</b>	<b>Počet</b>	<b>Výšky</b>
6	2	11,2
10	13	12,5; 14,7; 15,4
14	23	17,1; 14,1; 17,5; 15,6; 17,6; 17,3; 17,5
18	16	17,8; 17,0; 17,8; 18,2; 17,5; 17,8; 17,4
22	12	17,9; 20,2; 18,8
26	3	17,5
$\Sigma$	69	

Příloha 6: Naměřené hodnoty na ploše č. 2

<b>Plocha č. 2 – douglaska tisolistá</b>		
<b>Tloušťkový stupeň</b>	<b>Počet</b>	<b>Výšky</b>
6	15	12,2; 9,3
10	42	11,9; 13,9; 15,9; 14,3; 11,8; 14,0; 15,2; 14,9; 15,3; 14,2
14	17	18,8; 14,6; 13,5
18	8	16,8; 14,7
22	1	19,2
$\Sigma$	83	

<b>Plocha č. 2 – modřín opadavý</b>		
<b>Tloušťkový stupeň</b>	<b>Počet</b>	<b>Výšky</b>
10	25	14,5; 15; 11,3; 15,3; 14,2
14	15	15,9; 15,8; 14,7; 16,3; 15; 15,8; 14,9; 15,7; 15,6; 15,5; 15,3; 15,9; 15,6; 15,8
18	8	17,2
22	1	17
$\Sigma$	49	

Příloha 7: Naměřené hodnoty na ploše č. 3

<b>Plocha č. 3 – douglaska tisolistá</b>		
<b>Tloušťkový stupeň</b>	<b>Počet</b>	<b>Výšky</b>
10	16	12,7; 14,2; 15,3
14	6	13; 14,7; 14,5
18	11	15,8; 14,1; 15,2; 14,5; 16,5
22	10	17,9; 16,4; 13,8; 15,7; 16,5; 17,5
26	5	16,1; 17,5; 17,7
$\Sigma$	48	

<b>Plocha č. 3 – borovice vejmutovka</b>		
<b>Tloušťkový stupeň</b>	<b>Počet</b>	<b>Výšky</b>
10	1	13,4
14	0	-
18	5	14,9; 14,3; 14,8; 15,4
22	6	13,5; 15,1; 17,6; 17,4; 15,2
26	3	15,3; 16,3; 16
$\Sigma$	15	