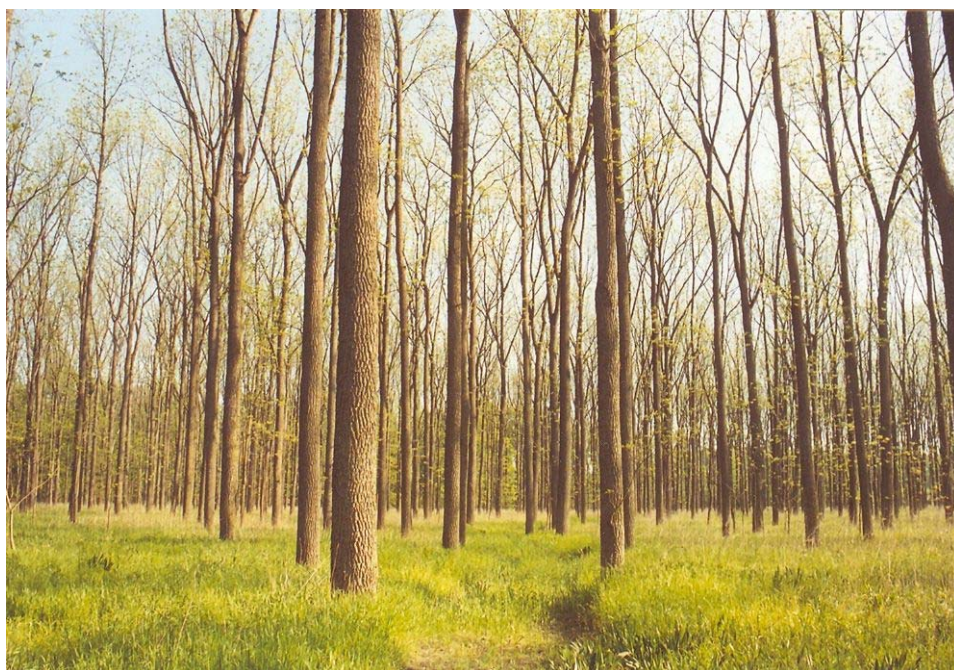


Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

**Hospodářská úprava porostů ořešáku černého
(*Juglans nigra* L.)**



Disertační práce

Ing. Lubomír Šálek

2011

Děkuji na tomto místě kolegům z Fakulty lesnické a dřevařské, kteří mi s vyhotovením práce pomáhali cennými radami, zejména svému školiteli prof. Ing. Janu Koubovi, CSc., dále doc. Ing. Robertu Marušákovi, Ph.D., prof. Ing. Luděkovi Šišákovi, CSc, Ing. D. Zahradníkovi, Ph.D., Ing. Lubomíru Tipmannovi, Ing. Radce Stolarikové a v neposlední řadě své tolerantní ženě za podporu a trpělivost.

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíl a zaměření disertační práce	3
3. Literární přehled	4
3.1. Ořešák černý (<i>Juglans nigra</i> L.)	4
3.1.1. Popis dřeviny	4
3.1.2. Práce věnované rozšíření ORC a výzkumu produkce	6
3.1.3. Dříví ORC	10
4. Metodika a materiál	13
4.1. Přírodní podmínky	13
4.1.1. Geomorfologické poměry	13
4.1.2. Geologické poměry	14
4.1.3. Hydrografické poměry	15
4.1.4. Klimatické poměry	16
4.1.5. Pedologické poměry	18
4.1.6. Typologické podmínky na územích výskytu ORC	18
4.1.7. Lesní typy porostních skupin se zastoupením ORC	19
4.2. Vlastní metodika měření	21
4.2.1. Oblast výzkumu	21
4.2.2. Zkusné plochy pro měření dendrometrických veličin ORC	22
5. Výsledky pro stanovení objemu jednoho kmene a objemu porostů	24
5.1. Určení objemu jednoho kmene	25
5.1.1. Výtvarnicová výška	25
5.1.2. Objemové tabulky ORC	27
5.1.3. Vývoj objemu jednoho stromu v čase	36
5.1.4. Diskuse	37
5.2. Určení objemu porostů na 1 ha podle věku	38
5.2.1. Korfova růstová funkce	38
5.2.2. Střední kmen	39
5.2.3. Vyrovnání tloušťek a výšek	39
5.2.4. Počet kmenů	41
5.2.5. Určení objemu porostů ORC na 1 ha	42

5.2.6. Diskuse	45
5.3. Smíšené porosty ORC	47
5.3.1. Výsledky	47
5.3.2. Diskuse	50
6. Časová úprava porostů ORC	52
6.1. Rozložení věkových stupňů ORC porostů	53
6.2. Mýtní zralost	54
6.2.1. Parametry dýhárenských výřezů	57
6.2.2. Odvození potřebných charakteristik pro dýhárenské výřezy ORC a stanovení technické zralosti	58
6.2.3. Obnovní doba	60
6.3. Diskuse	60
6.3.1. Stanovení obmýtí	60
6.3.2. Ekonomické vyhodnocení prodloužení obmýtí	61
7. Prostorová úprava porostů ORC	63
7.1. Vlastní prostorová úprava porostů ORC	63
7.1.1. Struktura čistých porostů ORC na základě vyhodnocení tloušťkové struktury	65
7.1.2. Struktura smíšených porostů ORC na základě vyhodnocení tloušťkové . struktury	66
8. Těžební úprava	69
8.1. Rozdělení věkových stupňů	69
8.1.1. ORC porostní typ pro skutečné porostní skupiny	69
8.1.2. ORC porostní typ pro redukovanou plochu ORC	72
8.2. Výpočet těžebních ukazatelů	74
8.3. Diskuse	75
9. Rámcové směrnice hospodaření	77
10. Závěr	80
11. Literatura	82
Příloha 1	87

1. Úvod

Hospodářská úprava lesů (HÚL) od svého vzniku sleduje základní cíl lesnictví a to vyrovnanou a nepřetržitou produkci dříví. Na základě vyvíjejících se potřeb a požadavků lidské společnosti se metody a cíle hospodářské úpravy lesů měnily, nicméně nepřetržitá existence lesa poskytujícího materiální i nemateriální požitky společnosti zůstává cílem hospodářské úpravy lesů, která tyto cíle kvantifikuje a definuje na základě plánovací činnosti, ať už krátkodobé pro jednotlivé roky či decenia či dlouhodobé pro více decenií či celé obmýtlí případně pro delší časový horizont.

V rámci vývoje HÚL v České republice během posledních 50 let došlo k posunu od čistě produkčního pojetí navázaného navíc na plánované hospodářství (Doležal et al, 1969) přes pojetí hospodářsko plánovací (Priesol, Polák, 1991), až k doplnění základního cíle zabezpečit dlouhodobé hospodaření o zabezpečení plnění všech funkcí lesa, včetně mimoprodukčních (Žihlaviník, 2005; Sequens, 2007).

Zatímco HÚL v Československu a České republice se stala vědou řešící úpravu lesa ve smyslu zabezpečování a udržení jeho požadovaných funkcí, tak v západních zemích (Francie, USA) se pod pojmem Forest Management, který je do češtiny překládán jako hospodářská úprava lesů, skrývá i ekonomika a vyjádření produkce v penězích jako kritérium zhodnocení investic (Davis et al. 2001; Vanniere, 1981).

Z hlediska dřevin hospodářsky užívaných v lesích ČR se jedná v drtivé většině o domácí dřeviny, byť někdy stanovištně nevhodné, a dřeviny introdukované se využívají jen okrajově. Důvodem je právě rozšíření produkčních domácích jehličnanů, zejména smrku, do poloh, kde se přirozeně nevyskytují či vyskytují jen jako příměs. Tento důvod a výsledky hospodaření s těmito dřevinami vedly lesní hospodáře k menší chuti zavádět introdukované dřeviny, i když výsledky některých introdukovaných dřevin z hlediska objemové produkce či kvality sortimentů převyšují dřeviny domácí. Jednou z těchto dřevin je i původně severoamerický druh ořešák černý (*Juglans nigra* L.), který byl s velkým úspěchem zaveden do lužních lesů jihovýchodní Moravy.

Porosty ořešáku černého se vyskytují ve srovnatelných přírodních podmínkách, převážná část porostů se vyskytuje na skupině lesních typů 1L – jilmový luh.

Ačkoliv jeho historie v lesích jihovýchodní Moravy (Přírodní lesní oblast č. 35 – Jihomoravské úvaly) je starší než 200 let a jeho produkční potenciál vysoký, hlavně z hlediska velmi kvalitních sortimentů, výzkum se věnoval problematice ořešáku černého okrajově. Navíc prakticky nebyly zpracovány údaje z obou hlavních oblastí rozšíření ořešáku černého

(ORC) v daném PLO a to z oblasti Židlochovicka (luhy podél řeky Svratky) a Strážnicka (luhy podél řeky Moravy). Jednotliví autoři se věnovali buď jedné nebo druhé oblasti, případně z již historických materiálů nelze dohledat, v jakých oblastech docházelo ke sběru dat.

ORC byl pro své malé rozšíření přiřazen k růstovým či taxačním tabulkám dubu, i když již při zběžném pohledu do porostních skupin, případně při srovnání vedle sebe rostoucích porostních skupin čistého dubu a čistého ORC jsou patrné rozdíly (obr. 6).

I když ORC je veden ve vyhlášce MZe č. 83/96 Sb. spolu s dubem a jasanem jako jedna z hlavních dřevin cílového hospodářského způsobu č. 19 – hospodářství lužních stanovišť, tak z hlediska časové a těžební úpravy je ORC přiřazen k jasanovému porostnímu typu cílového hospodářského souboru s obmýtím 90 let, i když někteří autoři (Prudič, 1991; Hrib, 2005) doporučují vyšší obmýtí.

V současné době je zavádění ORC do lužních lesů omezeno z důvodu jeho nepůvodnosti. ORC se přes své produkční výhody ocitl pod tlakem orgánů ochrany přírody, které nedoporučují a v některých případech vylučují tuto dřevinu z hospodaření v lužních lesích. A jestliže je převaha lužních lesů v PLO 35 zařazena do soustavy NATURA 2000, tak je budoucnost ORC v našich lesích nejistá.

Celkové zpracování hospodářské úpravy porostů ORC dále může sloužit jako příklad pro obdobná zpracování hospodářské úpravy dalších okrajových dřevin, v rámci žádoucí diferenciaci hospodaření a využití hospodářského potenciálu méně rozšířených dřevin, ať už domácích či introdukovaných.

Protože tato práce zahrnuje jak odvození základních taxačních charakteristik ORC na základě měření zkusných ploch, tak vlastní hospodářskou úpravu porostů, která v sobě obsahuje více úprav (časová, prostorová, těžební), bude z hlediska přehlednosti členěna jinak než standardní práce či vědecký článek. Jednotlivé části (stanovení objemu jednoho stromu, stanovení objemu porostů, časová úprava, prostorová úprava, těžební úprava) budou mít vlastní výsledky a diskusi.

2. Cíl a zaměření disertační práce

Cílem práce je stanovení systému hospodářské úpravy porostů ORC v lužních lesích přírodní lesní oblasti (PLO) č. 35 - Jihomoravské úvaly. Data nutná pro zjištění zásob a stanovení základních rozhodnutí na základě měření sady kruhových zkusných ploch umístěných v porostních skupinách ORC. Z těchto měření budou kalkulovány zásoby a porovnány s dostupnými literárními údaji z oblastí pěstování ORC. Dále budou vytvořeny tabulky pro objem jednotlivých stromů a pro objem porostů ORC a porovnány s tabulkami dubu s cílem zjištění odchylek a potvrzení nutnosti používat samostatné tabulky pro kalkulaci či odhad zásob porostů. Hypotéza zní, že jestliže jsou vizuálně odlišné charakteristiky porostů ORC a DB, tak není možné použít tabulek pro DB pro kalkulaci objemů a zásob ORC.

Dále budou vytvořeny návrhy časové, těžební a prostorové úpravy porostů ORC a realizačním výstupem budou rámcové směrnice hospodaření pro ořešákový porostní typ cílového hospodářského souboru 19 – hospodářství lužních stanovišť v dané PLO.

Souhrnným cílem je tedy navržení optimálního způsobu hospodaření s porosty ORC v dané přírodní lesní oblasti. Tato práce je omezena jen na přírodní lesní oblast č- 35 – Jihomoravské úvaly, protože 94% výskytu ORC je právě v této oblasti. Ostatní porosty s výskytem ORC jsou rozptýleny v nižších vegetačních stupních celé ČR (1 – 3 vegetační stupeň) a pro účely výzkumu hrají marginální roli.

3. Literární přehled

3.1. Ořešák černý (*Juglans nigra* L.)

3.1.1. Popis dřeviny

Ořešák černý (ORC) je strom, dorůstající výšky 30 – 50m a dosahující tloušťky 2 až 2,5 m. V porostu vytváří rovný, přímý, plnodřevný kmen s vysoce nasazenou korunou, na volnu vytváří velikou rozložitou korunu s nízkým kmenem. Šedočerná kůra se mění již kolem 5. – 8. roku v podélně brázditou temnou borku (Pokorný, 1952). Jednoleté větve šedě pýřité, poněkud žláznaté, jen slabě lesklé (Fér, 1994). Dřeň je přehrádkovaná. Postraní pupeny kulovité, asi 3 mm velké, mírně plstnaté, často dva nad sebou. Konečný pupen vejčitý (6 mm), šedě plstnatý. U lichozpeřených listů chybí velmi často koncový lístek, proto mají charakter listů sudozpeřených. Jsou 25 – 50 cm dlouhé a mají 15 – 21 vejčitě kopinatých lístků. Lístky jsou při bázi zaokrouhlené, na konci protažené v delší špici a na obvodu ostře pilovité. Konečné lístky jsou menší než lístky prostřední. Plstnatost zachována jen na rubu lístků v úhlech nervů a na větvení. Listy raší v polovině května, opadávají počátkem října. (Pokorný, 1952). ORC se dožívá stáří 250 - 300 let (Pagan, 1997)

Květy jsou diklinické. Samčí květy v převislých jehnědách 8 – 14 cm dlouhých jsou soustředěny na horním okraji loňských větévek a rozkvétají současně s rašením listů v květnu. Květ obsahuje 20 – 30 tyčinek s načervenalými prašníky (Pokorný, 1952). Samičí květy po 3 – 5 ve skupinách, jemně pýřité s červenými bliznami (Fér, 1994).

Peckovice jsou kulovité, zřídka hruškovitého tvaru a mají průměr 5-7 cm, vyrůstají buď jednotlivě nebo po dvou plodech. Žlutozelené dužnaté oplodí je zprvu pýřité, později olysává, na povrchu je svraskalé hrbolaté, při dozrání černá. Nepuká a špatně se sloupává. Endokarp je rovněž kulovitý, s velmi tvrdou, hluboce zbrázděnou skořápkou. Olejnaté, laločnaté semeno se těžko vyprošťuje ze skořápky a většinou má natrpklou chuť. Existuje i kulturní forma se sladkým semenem a tenkou skořepinou (Pokorný, 1952).

Plody dozrávají a opadávají během října. Ořešák je plodný téměř každoročně, ale roky s bohatou úrodou se dostávají po 4 – 5 letech. Solitéry začínají plodit již před 10. rokem, v porostu kolem 15 let, plodnost podržují až do vysokého stáří. Velikost ořechů dosti kolísá a v určitých mezích se mění též podle počasí vegetačního období (suché léto – menší plody). Průměrně přichází na 1 kg 70 – 90 ořechů (s oplodím 25 – 30 ks). Půdní klíčivost je 80 – 90 % a trvá 1 rok (max. 2 roky). Při jarním výsevu nestratifikované semeno přeleží (Pokorný, 1952).

Pařezová výmladnost u ořešáku černého je dobrá, pařezy se však těžko zavalují a mohou být snadno ohniskem hniloby. Bujné výmladky s velkými listy se po deštích snadno lámou a ohýbají. Proto se stromy pěstují výhradně ze semene. V SSSR byly dělány také pokusy s řízkováním ořešáku černého; procento zakořeněných řízků bylo 20-30% (Pokorný, 1952).

Nároky ořešáku černého na minerální a fyzikální složení půdy jsou vysoké. Žádá půdu hlubokou, svěží, bohatou živinami a humusem. Nejlépe roste na bohatých půdách s vyšším obsahem vápníku, draslíku a humusu. Jinak roste dobře jak na půdách hlinitých, tak na humosních, písčích i půdách jílovitých, pokud jsou propustné. Zamokřené, těžké jílovité půdy a chudé čisté písky mu nevyhovují. Nejlepší stanoviště pro ořešáky jsou tedy jasanové a lepší dubové půdy (Pokorný, 1952).

V nárocích na světlo je ořešák černý slunnou dřevinou a v tomto ohledu je jednou z nejnáročnějších dřevin (Šálek, 2008). Jedině v prvních 2 – 4 letech snáší mírné horní nebo silnější boční zastínění, později mu stín ochranného porostu škodí. (Pokorný, 1952).

Kořen je typicky kúlový, v prvním roce dorůstá 50-70 cm délky. Kořenové vlášení je v prvních letech vyvinuto jen na spodní části kúlového kořenu, takže velmi špatně snáší přesadby. Vodorovně větvené kořeny se vytvářejí až v 2. roce (Pokorný, 1952). Kořenový systém je hluboký, kulový. Dřevo má široké, nafialověle hnědé jádro a světlou, úzkou běl. Je pevné, tvrdé, těžké, ohebné (Pagan, 1997).

Růst ořešáku černého je v mládí velmi rychlý, takže předstihuje všechny naše ušlechtilé listnáče i ostatní ořešáky. V 1. roce dosahuje výšky až 80 cm, v pěti letech až 4-5 m (Pokorný, 1952). Výškový růst kulminuje okolo 15. až 25. roky, poté se zpomaluje, ale trvá i více jak 100 let (Pagan, 1997). Zvěř poškozuje tuto dřevinu velmi málo, protože se brzy tvoří hrubá kůra (Hrib, 2005).

Ořešák roste v odlišných klimatických podmínkách od své domoviny v Severní Americe, ale nedostatek srážek nahrazuje spodní voda v lužních lesích. Jeho alelopatická látka juglon (toxická látka, která se nalézá v listech, kůře, kořenech a oplodí) působí jen na některé rostliny. Ořešák v oblasti svého optima se vyskytuje v poměrech vlhkého a teplého klimatu. Průměrná roční teplota je v oblasti jeho optima 12,2°C, lednová 2°C, červencová 25°C a úhrn srážek 1000 – 1100 mm, přičemž srážky jsou rozloženy rovnoměrně během celého roku. Nejteplejším oblastem našich zemí odpovídají klimatické podmínky severní části přirozeného areálu ORC v Severní Americe. Ořešák černý vyžaduje tedy značné tepelné sumy a delší vegetační období, přičemž netrpí hlubokými zimními mrazy jako jiné druhy ořešáků (Šálek, 2008).

3.1.2. Práce věnované rozšíření ORC a výzkumu produkce

ORC je původem v Severní Americe, kde roste v temperátních lesích USA od východního pobřeží přes Appalačské pohoří až po oblast Velkých plání, kam proniká zejména v údolí řek (obr. 1).



Obr.1: Původní rozšíření ORC v USA (Williams, 1990),

Ročně je v USA sázeno 3 miliony sazenic ORC a rozloha porostů s ORC přesahující milion akrů je ve státech Missouri, Kentucky, Ohio, West Virginia, Tennessee a Indiana. Celkem rozloha porostů s ORC v USA činí 15 414 800 akrů (6 238 032 ha) (Schmidt, 2000). Do toho jsou zahrnuty veškeré porosty včetně plantáží, kde se ORC vyskytuje, nejedná se o redukovanou plochu ORC.

V Evropě se dlouhodobě růstu ORC a jeho pěstování věnuje Tokár (2005, 2009) na Slovensku, růst kultur ORC v Rumunsku popisuje Nicolescu (1998) a v Chorvatsku rozšíření a management porostů ORC vyhodnotil Kremer et al (2008). Ve Velké Británii se růstem kultur (velmi mladé porosty) ORC zabývá Hemery (2004, 2008).

V USA, tedy domovině ORC se hospodářské úpravě ORC v přírodních lesích a na plantážích věnuje Ponder (2004) řešící růst ve vztahu k obsahu živin v půdě. Američtí lesníci ale převážně řeší problém zakládání porostů ORC a záchranu genofondu ORC, případně produkce plodů (ořechů), což se projevilo zejména ve skladbě příspěvků na 6th Walnut Council Research Symposium (2004), kdy hospodářské úpravě a růstu ORC jsou věnovány pouze 4 příspěvky z celkových 33 příspěvků. Z hlediska rozšíření ve východní části USA a vývoje zásob se zásoby zvětšují na základě inventarizací lesa (Shifley, 2004).

Růst ORC na severoamerickém kontinentu řešil také Pedlar et al (2007), který aktualizoval data z výzkumných ploch v Kanadě pro smíšené porosty ušlechtilých listnáčů včetně ORC.

Podle Williamse (1990) ORC roste ve smíšených porostech s dřevinami liliovník tulipánokvětý (*Liriodendron tulipifera* L.), jasan americký (*Fraxinus americana* L.), třešeň černá (*Prunus serrotina* Ehrh.), lípa (*Tilia americana* L.), javor cukrový (*Acer saccharum* Marsh.), jilm (*Ulmus americana* L.), jasan pensylvánský (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.), břestovec západní (*Celtis occidentalis* L.), duby (*Quercus* ssp.) a javorem jasanolistým (*Acer negundo* L.). Juglon, jako toxická látka obsažená v listech, kůře, ořechových slupkách a v kořenech, působí negativně na břízu papírovitou (*Betula papyrifera* Marsh.), borovici smolnou (*Pinus resinosa* Aiton), vejmutovku (*Pinus strobus* L.), borovici lesní (*Pinus sylvestris* L.) a jabloně (*Malus* ssp.).

Z hlediska stanovení objemu porostů ORC se v USA tomuto tématu věnovali Ferrell a Lundgreen (1976), kteří odvozovali matematické funkce pro stanovení objemu porostů na ha na základě výšky a tloušťky.

Z mezinárodního pohledu na ORC rostoucí v ČR je nutné ukázat práci Russellové a Hemeryho (2004), kteří založili v rámci programu zvýšení kvality genofondu pokusné výsadby ORC ve Velké Británii, kde hodlají srovnávat růst ORC z různých oblastí USA a Evropy. Pro tento pokus byly z kvalitních stromů, náhodně nalezených v lužních porostech jižní Moravy sebrány plody (sběr provedl Šálek, 2001) a odeslány do Velké Británie. Z prvních výsledků (Russell, Hemmery, 2004) vyplývá, že v porovnání s ostatními evropskými zeměmi má ORC z ČR jednu z nejlepších klíčivostí (72%). Pro sběr semen byly vybírány stromy s nejlepšími charakteristikami (obr. 2).

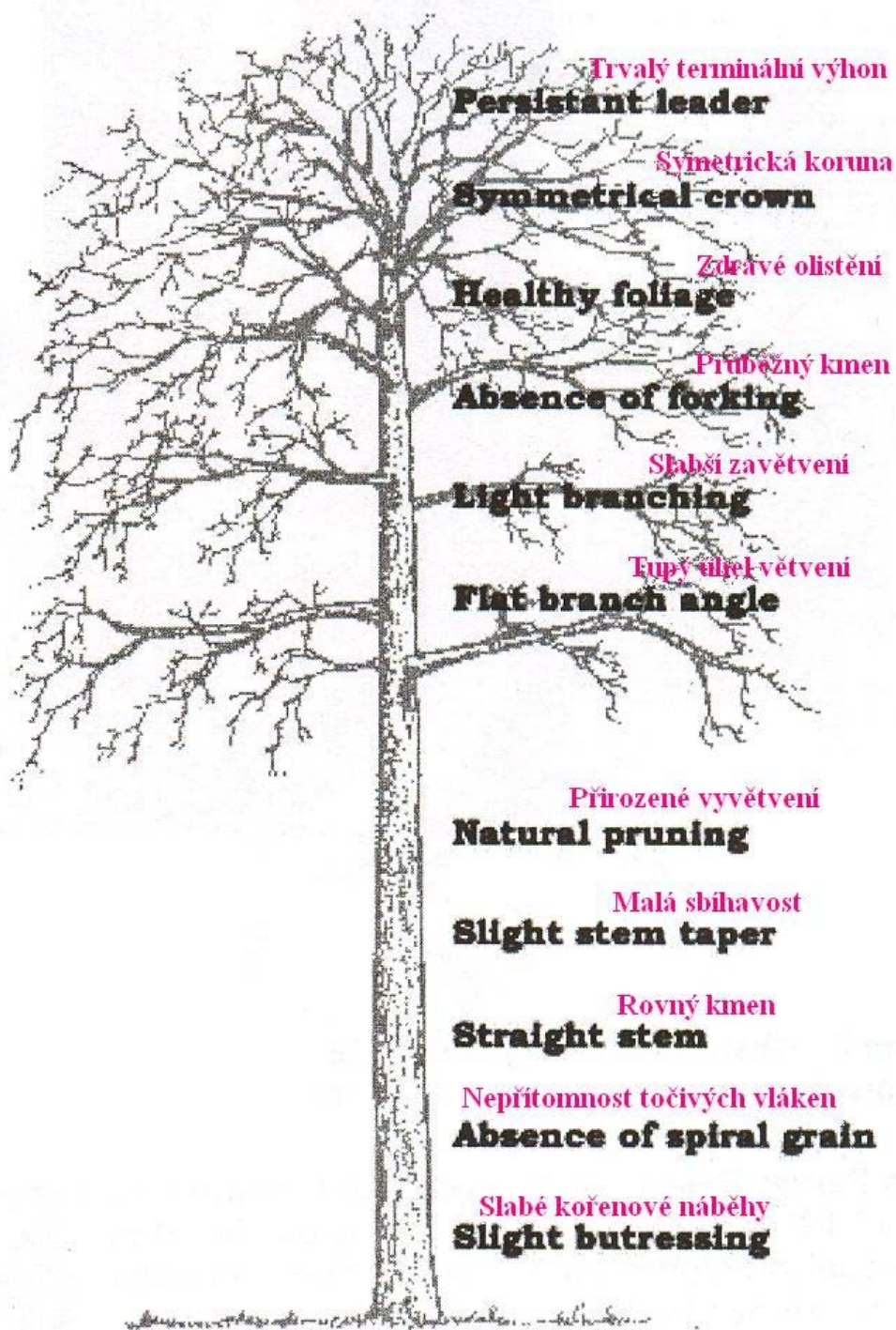


Figure 1.— The ideal black walnut plus-tree or 'ideotype.' *Ideální výběrový strom ořešáku černého neboli "ideotyp"*

Obr. 2 : Tvar ideálního jedince ORC pro sběr semen (upraveno z Russell, Hemery,

2004)

Přestože jeho ekonomické přínosy jsou vysoce oceňovány jak v ČR (Mráček, 1925; Pokorný, 1952; Hrib, 2005), tak v zahraničí (Schmid et al, 2006; Slusher, 1993; Ponder, 2004, Illinois 1987), jeho budoucnost v České republice je nejasná a to kvůli postoji orgánů ochrany přírody k této dřevině. Je to dřevina nepůvodní a z hlediska zájmů ochrany přírody je jeho existence v lesích nežádoucí. A protože lužní lesy jsou cenné z pohledu ochrany přírody a jsou z převážné většiny překryty soustavou NATURA 2000, tak je jeho pěstování omezováno. Z hlediska hospodářské úpravy lesů nejsou pro ORC stanovena základní rozhodnutí ani hospodářský soubor a objem jednotlivých stromů a porostů je tabelován podle dubu.

I když první porost ORC byl založen ve Ždánském lese na bučovickém velkostatku (Pokorný, 1952, Mráček, 1925) v jiné oblasti, tak jeho rozšíření je v rámci celé ČR prakticky pouze v Jihomoravských úvalech, kde činí 94% z plochy porostů ORC v celé ČR (Hrib, 2005). První zmínky o ORC na Židlochovicu se datují v roce 1799, kdy byly založeny vhodné školky pro pěstování severoamerických exot (Nožička, 1956).

Ačkoliv je v České republice ORC důležitou introdukovanou dřevinou, ocitl se na okraji zájmu výzkumu. Hodnocení jeho růstu se v minulosti věnovali Mráček (1925), Pokorný (1952), Mezera (1956), Šika (1957) a Prudič (1991). V poslední době se celkově ORC věnoval jen Hrib (2003; 2005). Při hodnocení byly vyhodnocovány údaje z lesních hospodářských plánů, případně údaje zjištěné při mýtních těžbách. Výzkum založený na vyhodnocení série zkusných ploch pokrývajících porostní skupiny s dominantním zastoupením ORC v jihomoravských luzích nebyl proveden. Hrib (2003) vyhodnocoval růst ORC na 3 vzornících vybraných ze dvou porostních skupin a z historických pramenů a posledních měření vyhodnotil záznamy o dimenzích a zásobě jedné porostní skupiny ORC. Ani poslední výzkumy nezaujímaly celou oblast rozšíření ORC v jihomoravských luzích, ale vždy jen jednu část. Zatímco Prudič (1991) vyhodnotil růst ORC v oblasti moravního luhu na lesním závodě Strážnice, Hrib (2005) se ve své práci zabýval ORC na Lesním závodě Židlochovice.

Porovnání růstu ORC v čistých a smíšených porostech se věnoval Zeman (2011) a to na základě vyhodnocení zkusných ploch na LS Strážnice. Růst ORC na území LS Strážnice a využití Korfovy růstové rovnice pro vyrovnání výšek a výškového růstu byl řešen v práci Šálka a Zahradníka (2010).

3.1.3. Dříví ORC

Dříví ORC je všeobecně považováno za velmi cenné. Cenné je ale pouze jádrové dřevo, tmavě zbarvené, zatímco světle zbarvené bělové dřevo je bráno jako vada, i když je při zpracování napařováno kvůli ztmavnutí (Cassens, 2004). Vzhledem k tomu, že při prodeji se berou v úvahu žádané dimenze včetně bělového dříví (minimální tloušťka čepu bez kůry) a v Doporučených pravidlech pro měření a třídění dříví v ČR (MZe, 2002) není uveden ORC se srážkou na běl, je možné kalkulovat produkci kvalitního dříví bez ohledu na rozsah běli. Nicméně prodej mimořádně kvalitního dříví pro krájené dýhy se řeší individuálně dohodou mezi dodavatelem a odběratelem (MZe, 2002).

Rozdíl v cenách za sortimenty ORC a ostatních dřevin ve prospěch ORC je dokladován mnoha autory. Mráček (1925) uvádí ceny v porovnání dvou identických stromů ORC a javoru klenu (KL). Kulatina ORC se v roce 1923 prodávala za 1000 Kč/1m³, kulatina klenu za 165 Kč/1m³. V roce 1924 dokonce vzrostla cena 1 m³ kulatiny ORC na 1500 Kč.

Pokorný (1952) dokladuje rozdíly v cenách výřezů opět ve prospěch ořešáku (tab. 1) a to při státem řízené tvorbě cen vyhláškou Národního cenového úřadu z roku 1949 (ceny před měnovou reformou).

Tab. 1: Přehled prodejních cen výřezů vybraných dřevin na odvozním místě (v originále loco les) (Pokorný, 1952)

Dýhové výřezy (Kč/1m ³)				Kulatina (Kč/1m ³)			
Třída	ořešák	dub	smrk	Třída	ořešák	dub	smrk
6	5000	3120	820	6	1950	1330	600
5	4000	2750	770	5	1650	1170	595
4	3500	2420	720	4	1350	1010	580

Na tyto údaje navázal Prudič (1991), který sledoval vývoj cen ORC a DB dýhárenských výřezů 5. tloušťkové třídy od roku 1949 (tab. 2).

Tab. 2: Vývoj cen dýhárenských výřezů DB a ORC v Československu (Prudič, 1991)

Rok	Dub (Kčs/1m ³)	Ořešák (Kčs/1m ³)
1949	2750	4000
1977	2913	4252
1985	4200	5530
1990	5460	Dohoda mezi dodavatelem a odběratelem

Posledním, kdo se v ČR věnoval rozdílu v tržbách za sortimenty, byl Hrib (2005), který uvádí přehled cen sortimentů dříví na LZ Židlochovice v roce 2002 (tab. 3).

Tab. 3: Porovnání cen sortimentů vybraných dřevina na LZ Židlochovice v roce 2002 (Hrib, 2005)

Dřevina		Ořešák černý	Topol	Dub
Třída jakosti	Tl. stupeň	Cena v Kč		
I. třída		26000,-		14800,-
II. třída	5. (50-59 cm)	9928,-	2100,-	7000,-
	4. (40-49 cm)	8687,-		
	3. (30-39 cm)	7942,-		
III. třída	5. (50-59 cm)	3971,-	III.A 1120,-	2800,-
	4. (40-49 cm)	3723,-		
	3. (30-39 cm)	3475,-	III.B 900,-	2500,-
	2. (20-29 cm)	3351,-		
V. třída	rovnané dříví	400,-	400,-	500 – 1500,-

Jako příklad vývoje cen během jednoho roku a mimořádného rozdílu mezi dříví ORC a dřívím dalších dřevin představuje cenový průměr kulatiny v roce 1986 ve státu Illinois, USA (Tab. 4).

Tab. 4: Vývoj cen kulatiny v roce 1986 ve státě Illinois, USA

Dřevina	listopad 1985 – únor 1986		květen 1986 – srpen 1986		listopad 1986 – únor 1987	
	Na pni (\$/board foot)	U odběratele (\$/board foot)	Na pni (\$/board foot)	U odběratele (\$/board foot)	Na pni (\$/board foot)	U odběratele (\$/board foot)
Jasan	102	223	102	201	95	234
Lípa	55	119	56	117	45	123
Buk	41	113	41	109	55	112
Topol	32	105	36	105	35	106
Ambroň	44	110	41	112	45	116
Jilm	37	105	37	107	40	113
Ořechovec	46	122	46	116	46	118
Javor stříbrný	51	130	51	121	48	129
Javor cukrový	49	126	64	109	54	125
Dub Kellogův	73	140	72	127	72	127
Dub bahenní	43	110	40	113	41	114
Dub červený	99	186	103	185	92	177
Dub bílý	95	187	90	173	94	175
Liliovník	71	142	67	125	64	134
Javor klen	37	110	36	108	36	113
Ořešák černý	281	499	302	531	317	486

V Rakousku publikoval ceny dříví jednotlivých dřevin Schmid et al (2006) a i zde patří ORC mezi nejcennější dřeviny (tab. 5).

Tab. 5: Rozdíly v cenách cenných listnáčů v Rakousku (Schmid, 2006)

Dřevina	Tržba 1 (€/1m ³) Nabízená cena na pni		Tržba 2 (€/1m ³) Realizovaná cena	
	Průměr	Maximum	Průměr	Maximum
Javor klen	300	1210	300	7280
Hrušeň	300	1050	230	1050
Dub	300	510	260	910
Střemcha	480	1530	450	3960
Javor mléč	100	130	270	1210
Olše lepkavá	120	210	130	650
Ořešák černý	730	1490	480	1650
Třešeň	240	450	310	1260
Ořešák královský	360	820	390	1750

Ze všech tabulek je patrné, že ORC dosahuje ve srovnání s ostatními dřevinami velmi vysokého, v některých případech až desetinásobného zhodnocení a to přes veškeré výkyvy trhu či politické situace. Tato příznivá situace nemusí trvat věčně, pokud vezmeme v úvahu intenzivní výsadby v USA, ale vzhledem ke zvyšující poptávce po kvalitních sortimentech a úbytku zdrojů, zejména v rozvojových zemích je důvodný předpoklad, že vysoké ceny za dříví ořešáku zůstanou zachovány. To je velmi závažný důvod nejen pro intenzivní studium růstu, produkce a hospodářské úpravy ORC, ale hlavně pro rozšiřování pěstování této dřeviny v ČR.

4. Metodika a materiál

4.1. Přírodní podmínky

4.1.1. Geomorfologické poměry

Lesní oblast 35 – Jihomoravské úvaly se rozkládá na jižní části Moravy. Podle Regionálního členění reliéfu ČSR zaujímá Dyjsko – svratecký úval s dílčími částmi Dyjsko – svratecké nivy a od západu Jaroslavická pahorkatina, Drnholecká pahorkatina, Dunajovické vrchy, Rajhradská pahorkatina, Pracká pahorkatina a západní část Vyškovské brány – Rousínovská brána a dále zaujímá Dolnomoravský úval s vlastní Dyjsko – moravskou nivou, Valtickou pahorkatinou a Dyjsko – moravskou pahorkatinou. Mezi oběma úvaly se nachází Mikulovská vrchovina s dílčími částmi Pavlovské vrchy a Milovická pahorkatina. Na východní části PLO zasahuje do oblasti jižní část Ždánického lesa, a to Hustopečská pahorkatina a Boleradická vrchovina, dále jižní část Kyjovské pahorkatiny – jih Mutěnické pahorkatiny (OPRL, 1999).

Provincie: Západní Karpaty

VIII. Soustava: Vněkarpatské sníženiny

VIIIA. Podstava: Západní Vněkarpatské sníženiny

VIIIA – 1. Dyjsko – svratecký úval

VIIIA – 1A Jaroslavická pahorkatina

VIIIA – 1B Drnholecká pahorkatina

VIIIA – 1C Dyjsko – svratecká niva

VIIIA – 1D Dunajovické vrchy

VIIIA – 1E Rajhradská pahorkatina

VIIIA – 1F Pracká pahorkatina

VIIIA – 2. Vyškovská brána

VIIIA – 2A Rousínovská brána

IX. Soustava: Vnější Západní Karpaty

IXA. Podstava: Jihomoravské Karpaty

IXA – 1. Mikulovická vrchovina

IXA – 1A Pavlovské vrchy

IXA – 1B Milovická pahorkatina

IXB. Podstava: Středomoravské Karpaty

IXB – 1. Ždánický les

- IXB – 1A Hustopečská pahorkatina
- IXB – 1B Boleradická vrchovina
- IXB – 4. Kyjovská pahorkatina
- IXB – 4A Mutěnická pahorkatina

Provincie: Panonská

X. Vnitrokarpatké sníženiny

XA. Vídeňská pánev

XA – 1. Dolnomoravský úval

XA – 1A Dyjsko – moravská pahorkatina

XA – 1B Dyjsko – moravská niva

XA – 1C Valtická pahorkatina

Na západní části PLO 35 (Dyjsko – sratecký úval) je reliéf z velké části jednotvárný rovinný, místy, zvláště při okraji vrchovin přechází do pahorkatiny. Významným prvkem jsou dlouhá, poměrně přímá, široká a mělká údolí tranzitních toků. Charakteristickým prvkem jsou malá suchá údolíčka – úpady. Dle výškové členitosti má reliéf charakter ploché pahorkatiny, v plochých sníženinách až roviny. Nadmořská výška je 190 – 280 m.

Oblast jižně od Dyje je tvořena členitou pahorkatinou. Nadmořská výška je 170 – 460 m, nejvyšším vrcholem Pavlovských vrchů je Děvín – 550 m (OPRL, 1999).

Východní polovina PLO je tvořena pahorkatinou. Východní část tvoří terasy řeky Moravy s váťými písky. Okrajově jsou vyvinuté nivy. Reliéf je v průměru pahorkatinný, na východě přechází na plochý až mírně zvlněný. Nadmořská výška je 170 – 360 m.

V PLO se vyskytují říční nivy Moravy a jejich přítoků. Dle výškové členitosti má niva charakter roviny. Nejnižším bodem je soutok Dyje a Moravy – 148 m, nejvyšším niva Svitavy v Brně – 200 m (OPRL, 1999).

4.1.2. Geologické poměry

Oblast jižně od Dyje je tvořena členitou pahorkatinou na vápnitých třetihorních sedimentech a vysokým bradlem jurských vápenců. Z flyšového pásma charakterizovaného střídáním pískovců s jílovci a významným uplatněním slínů vystupují mohutné kry jurských vápenců budující Pavlovské vrchy. Jinak zde dominují nezpevněné sedimenty mořského neogénu – vápnité jíly, písky, slíny a štěrky až kyselé štěrkopísky.

Východní polovina PLO je tvořena pahorkatinou na vápnitěm flyši a spraších. V tomto flyši se kromě střídání pískovců a jílovců silně uplatňují vrstvy slínité. Na jihovýchodě vystupují vápnitě jíly, písky až štěrky, místy i polohy vápenců a významné pokryvy spraše. Východní část tvoří terasovité štěrkopísky řeky Moravy, na nichž spočívají kyselé váte písky, v severovýchodní části až 30 m mocné. Z jejich podloží se místy vynořuje podloží mladomiocénního stáří – písky, vápnitě jíly nebo štěrky. Okrajově jsou vyvinuté nivy, rašeliniště a slatiny, zčásti vápnitě.

Říční nivy Moravy a jejich přítoků mají jako podklad převážně písky a štěrkopísky nejnižší terasy, povrch však tvoří 2 – 5 m mocné nivy hlíny, z nichž se zejména v jižní části noří na řadě míst tzv. hrůdy. Jsou to výrazné vyvýšeniny, vystupující nad aluviální rovinou a jsou tvořeny naplavenými lehkými hlinitopísčitymi půdami až jemně písčitymi půdami na písčitych přesypech. Tyto hrůdy měly v dobách pravidelných záplav obzvláštní význam pro zvěř, která na těchto vyvýšeninách 1-2 m i více nad okolním terénem nacházela útočiště (OPRL, 1999).

4.1.3. Hydrografické poměry

Území PLO 35 náleží do povodí řeky Moravy. Západní hranice je odvodňována místními toky ústícími do řeky Dyje. Z nich je významnější Daníž a Jevišovka. Severní část PLO 35 je odvodňována největším přítokem Dyje – Svatkou. Jejimi nejvýznamnějšími přítoky jsou na pravé straně řeka Jihlava a Bobrava s přítoky, na levé straně krátká část Svitavy, Litava – Cezava a další místní potoky. Střední část PLO je odvodňována levostranným přítokem Dyje – Štinkovkou, Trkmankou a dále na východ Kyjovkou. Východní část PLO je odvodňována řekou Moravou (OPRL, 1999)

Povodí:

4-13-01 Dřevnice a Morava od Dřevnice po Olšavu

4-13-02 Morava od Olšavy po Myjavu

4-13-03 Myjava a Morava od Myjavy po Dyji

4-14-02 Dyje od soutoku Moravské a Rakouské Dyje po Jevišovku

4-14-03 Jevišovka a Dyje od Jevišovky po Svatku

4-15-03 Svatka od Svitavy po Jihlavu

4-16-04 Jihlava od Rokotné po ústí a Svatka od Jihlavy po ústí

4-17-01 Dyje od Svatky po ústí

4-17-02 Morava od Dyje po ústí

V oblasti je vyhlášena chráněná oblast přirozené akumulace vod (CHOPAV): Kvartér řeky Moravy

4.1.4. Klimatické poměry

1) Podle Atlasu podnebí ČSSR (1958) podstatná část území lesní oblasti Jihomoravské úvaly náleží do:

A – teplé oblasti s následujícími okrsky

A2 – teplý, suchý, s mírnou zimou, s kratším svitem slunce

(zaujímá jižní a střední část PLO)

A3 – teplý, mírně suchý, s mírnou zimou

(zaujímá severní část PLO v okolí a na východ Brna a pruh podél Moravy)

B – mírně teplé oblasti s následujícími okrsky

B2 – mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou

(zaujímá východní okraj PLO)

2) Podle Quittova klimatického členění leží téměř celá PLO 35 v teplé oblasti T4, která je v ČR nejteplejší. Pouze vyšší okraj leží v T2.

T4 – velmi dlouhé léto, velmi teplé a velmi suché, přechodné období je velmi krátké, s teplým jarem a podzimem, zima je krátká, mírně teplá a suchá až velmi suchá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky.

T2 – dlouhé léto, teplé a suché, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem, krátkou, mírně teplou, suchou až velmi suchou zimou, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky (OPRL, 1999).

Na jižní části PLO 35 je podnebí velmi teplé a suché: Lednice 9,0°C a 495 mm, Valtice 9,1°C a 571 mm, Mikulov 571 mm, Podivín 516 mm. V členitém terénu existuje řada chráněných teplých poloh a také polohy chladnější, jako jsou mohutné severozápadní srázy Pálavy. Na Pálavě a v malé míře na Dunajovických kopcích se uplatňuje vrcholový fenomén. Otázkou zůstává vliv na mikroklima od velké vodní plochy Novomlýnských nádrží, které nahradily někdejší komplex lužních lesů.

Ve střední části PLO 35 je podnebí velmi teplé a poměrně suché: Hustopeče 9,2°C a 563 mm, Podivín 9,2°C a 516 mm, Kyjov 9,2°C, Břeclav 550 mm, Čejč v mírném srážkovém stínu Ždánického lesa a Předního koutu má 509 mm. Díky značné členitosti je zde množství chráněných poloh, extrémně teplých a výsušných, i menší inverzní kotliny. Vcelku však klima

zůstává výrazně xerothermní, i když o něco vlhčí než na západní části LO, což je způsobeno blízkostí návětrného svahu Karpat.

Na východě je podnebí výrazně teplé, středně suché až mírně vlhké: Hodonín 9,5° C a 585 mm, Mutěnice 9,2° C a 533 mm, Bzenec 9,0° C a 569 mm. Vyšší vlhkost je opět dána blízkostí návětrného svahu vyšších Karpat. V detailu je podnebí ovlivněno existencí plochých depresí s mírnou teplotní inverzí a zamokřením.

Klima niv je charakteristické slabými přízemními teplotními inverzemi, celkově se však podnebí blíží podnebí Podunajských nížin (OPRL, 1999).

3) Podle mapy Makroklimatické regionalizace České republiky

V nejteplejší části PLO 35 v nivě Moravy a Dyje se vyskytuje makroklimatický region E (cca 1/3 plochy), na převážné většině ostatní plochy se vyskytuje region R, který je od severu lemován regionem Z s minimálním zastoupením (Tab. 6).

Tab. 6: Charakteristiky mikroklimatických regionů

Charakteristiky	E	R
průměrná teplota vzduchu v lednu	-2 až -3	-2 až -3
průměrná teplota vzduchu v dubnu	9 - 10	9 - 10
průměrná teplota vzduchu v červenci	19 - 20	19 - 20
průměrná teplota vzduchu v říjnu	9 - 10	9 - 10
počet dnů s $t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ (tropických dnů)	≥ 13	10 - 13
počet dnů s $t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$ (letních dnů)	60 - 70	60 - 70
počet dnů s $t_{\min} \leq -0,1^{\circ}\text{C}$ (mrazových dnů)	100 - 110	100 - 110
počet dnů s $t_{\max} \leq -0,1^{\circ}\text{C}$ (ledových dnů)	≤ 30	30 - 40
počet dnů s $t_{\min} \leq -10,1^{\circ}\text{C}$ (se silným mrazem)	10 - 15	10 - 15
počet dnů s $t_{\max} \leq -10,1^{\circ}\text{C}$ (arktických dnů)	≤ 2	≤ 2
počet dnů s průměrnou teplotou $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$	170 - 180	170 - 180
počet dnů s průměrnou teplotou $\geq 0^{\circ}\text{C}$ (zabezp. na 80%)	270 - 290	270 - 290
nástup období s prům. teplotou $\geq 0^{\circ}\text{C}$ (zabezp. na 80%)	$\leq 11.3.$	$\leq 11.3.$
konec období s prům. teplotou $\geq 0^{\circ}\text{C}$ (zabezp. na 80%)	1.1. – 6.1.	26.12. – 1.1.
teplotní sumy $\geq 5^{\circ}\text{C}$ (zabezp. na 80%)	≥ 2000	1800 - 2000
teplotní sumy $\geq 10^{\circ}\text{C}$ (zabezp. na 80%)	≥ 1000	800 - 1000
srážkový úhrn ve vegetačním období	300 - 350	300 - 350
srážkový úhrn v zimním období	200 - 250	200 - 250
počet dnů se srážkami ≥ 1 mm	80 - 90	80 - 90
počet dnů se srážkami ≥ 10 mm	12 - 15	12 - 15
počet dnů se sněhovou pokrývkou 1 až 20 cm	30 - 40	30 - 40
počet dnů se sněhovou pokrývkou 21 až 40 cm	≤ 10	≤ 10
počet dnů se sněhovou pokrývkou 41 a více cm	≤ 5	≤ 5
počet dnů zamračených	110 - 120	110 - 120
počet dnů jasných	50 - 60	50 - 60

Průměrná roční teplota se pohybuje v celé PLO od 8,4 do 9,5°C, ve vegetačním období od 14,8 do 16,2 °C. Průměrné roční srážky kolísají mezi 495 – 625 mm (OPRL, 1999).

4.1.5. Pedologické poměry

V údolní nivě Moravy a jejích přítoků (Dyje, dolní Jihlavy a Svratky) převažuje fluvizemě. Na hlinitých náplavech jsou to fluvizemě kambické až typické, na vlhčích stanovištích s příměsí jílu jsou to fluvizemě pseudoglejové až glejové, na hrůdech převažují fluvizemě stenické a na štěrkových terasách Dyje až fluvizemě psefitické. V půdních depresích a tvých ramenech jsou typické gleje typické – mullové, zbahnělé a humózní, místy až rašelinové v přechodu do organozemě saprické.

Na chudých písčích na východní části PLO 35 převládají kambizemě oligotrofní až mezotrofní, podzolovaná, místy i regozem arenická, na vlhčích stanovištích kambizem arenická oglejená a na vodou ovlivněných stanovištích až pseudoglej typický až kambický a podzolový, na slatinných stanovištích glej arenický. Na vysychavých stanovištích se štěrkopisky se nachází kambizem psefitická. Na písčích s příměsí spraše je přechod až do hnědozemě arenické až luvické. Na písčích v jižní části PLO se nacházejí podobné kambizemě, s místy přechody do černozemí, hnědozemí až pararendzin či regozemí. Na vápencích Pálavy jsou vyvinuty rendziny typické až kambické, na extrémnějších stanovištích až suťové a litické, případně litozem typická karbonátová.

Na sprašových překryvech v celé PLO 35 se nacházejí luvizemě typické až hnědozemě typické a luvické, ve sníženinách se objevují černozemě arenické a luvické na přechodu do hnědozemí a pararendzin. Na výchozech vápnatých substrátů se vyskytují maloplošné pararendziny, a to typické, kambické, pelické a pseudoglejové. Tam, kde na okraji PLO 35 vystupují starší horniny, se nacházejí kambizemě typické mezotrofní (OPRL, 1999).

4.1.6. Typologické podmínky na územích výskytu ORC

Porostní skupiny se zastoupením ORC se nacházejí na stanovištích, která jsou neustále obohacována vodou. V PLO 35 je tato ekologická řada zastoupena třemi edafickými kategoriemi L (lužní), U (údolní) a V (vlhkou). V ořešákových porostních skupinách je zastoupena pouze jedna kategorie a to L (lužní). Tato kategorie je charakterizována zvláštní povahou stanovišť a výraznými lužními společenstvy. Je to kategorie růstově příznivých aluviálních náplavů periodicky zaplavovaných, s podzemní vodou větší část roku hlouběji než 80 cm (Průša, 2003). Podle OPRL (1999) se jedná o luhy tedy o specifická společenstva

jasenin, topolin a lužních doubrav (1L, 1U, 2L) na aluviích nejnižších poloh. Zpravidla se u nich stávající druhová skladba blíží přirozené. Plocha jilmového luhu (1L) tvoří 36 % plochy PLO.

4.1.7. Lesní typy porostních skupin se zastoupením ORC

Porostní skupiny se zastoupením ORC se nacházejí převážně na dvou lokalitách a to lužních lesích lesního závodu Židlochovice a lužních lesích lesní správy Strážnice (obě jsou organizačními jednotkami státního podniku Lesů České republiky). Rozsah výskytu je uveden v tabulce 7.

Tab. 7: Výměra lesních typů na kterých se vyskytují porostní skupiny se zastoupením ORC (Šálek, Hejčmanová, 2011).

Lokalita	Lesní typ		Výměra (ha)	% z výměry jednotlivých lokalit	% z výměry obou lokalit dohromady
	kód	název			
Strážnice	1L0	Přechod dubové jaseniny do topolojilmové jaseniny	74.6	52.5	20.7
Strážnice	1L2	Jilmový luh bršlicový na fluvizemi	60.3	42.5	16.7
Strážnice	1L9	Dubová jasenina s ostružiníkem ježiníkem a kosatcem žlutým na těžkých glejových půdách	7.06	5	2
Židlochovice	1L1	Jilmový luh s ostružiníkem ježiníkem na těžkých naplavených půdách	23	10.5	6.4
Židlochovice	1L2	Jilmový luh bršlicový na fluvizemi	103.1	47.2	28.5
Židlochovice	1L4	Jilmový luh válečkový na lehké fluvizemi	57.2	26.2	15.9
Židlochovice	1L6	Jilmový luh na hrůdech s hluchavkou skvrnitou	5.78	2.6	1.6
Židlochovice	1L7	Jilmový luh šterkovitý na terasách Dyje	2.54	1.2	0.7
Židlochovice	1L8	Jilmový luh válečkový na fluvizemi	5.34	2.4	1.5
Židlochovice	1L9	Dubová jasenina s ostružiníkem ježiníkem a kosatcem žlutým na těžkých glejových půdách	21.74	9.9	6

1L0 – Přejchod dubové jaseniny do topolojilmové jaseniny

Absolutní výšková bonita (AVB) dosahuje u dubu letního (DB) 26-34 m a jasanu ztepilého/úzkolistého (JS, JSÚ) 26-34 m. Vyskytuje se zde půdní typ FMg – fluvizem pseudoglejová a půdní druh hlinitý až jílovitohlinitý. Substrát je původu An – aluviální náplavy. Forma nadložního humusu mull. Reliéfem je aluviální rovina. Sklon téměř žádný, nachází se na plošině (0-5°). Expozice různá. Přirozená druhová skladba DB 4, JL 2, JS 2, TP 1, LP 1, HB, JV. Půda hluboká a konsistence soudržná. Nadmořská výška 165-200 m.

1L1 – Jilmový luh s ostružiníkem ježiníkem na těžkých naplavených půdách

AVB dosahuje u DB 26-34 m a JS 26-34 m. Vyskytuje se zde půdní typ FMg – fluvizem pseudoglejová a půdní druh jílovitohlinitý. Substrát je původu An – aluviální náplavy. Forma nadložního humusu mull. Reliéfem je aluviální rovina údolní nivy. Sklon téměř žádný, nachází se na plošině (0-5°). Expozice různá. Přirozená druhová skladba DB 4, JL 2, JS 2, LP 1, HB 1, JV. Půda hluboká a konsistence shora sypká. Nadmořská výška 160-190 m.

1L2 – Jilmový luh bršlicový na fluvizemi

AVB dosahuje u DB 30 m a JS 26-34 m. Vyskytuje se zde půdní typ FMk – fluvizem kambická a půdní druh hlinitý. Substrát je původu An – aluviální náplavy. Forma nadložního humusu mull. Reliéfem je aluviální rovina mimo záplavové území. Sklon téměř žádný, nachází se na plošině (0-5°). Expozice různá. Přirozená druhová skladba DB 4, JL 2, JS 2, LP 2, HB. Půda hluboká a konsistence kyprá. Nadmořská výška 155-190 m.

1L4 – Jilmový luh válečkový na lehké fluvizemi

AVB dosahuje u DB 24-26 m a JS 26-34 m. Půdním typem je FMm - fluvizem typická až FMk - fluvizem kambická a půdní druh písčitohlinitý až hlinitopísčítý. Substrát je původu An – aluviální náplavy. Forma nadložního humusu mull. Reliéfem je aluviální rovina mimo záplavové území. Sklon téměř žádný, nachází se na plošině (0-5°). Expozice různá. Přirozená druhová skladba DB 4, JL 2, JS 2, HB 1, LP 1, JV. Půda hluboká a konsistence drobná. Nadmořská výška 165-190 m.

1L6 – Jilmový luh na hrůdech s hluchavkou skvrnitou

AVB dosahuje u DB 24 m a JS 26 m. Vyskytuje se zde půdní typ FMa až FMm – fluvizem arenická až typická a půdní druh písčítý až hlinitopísčítý. Substrát je původu An – aluviální náplavy. Forma nadložního humusu mull. Reliéfem jsou vyvýšeniny nad aluviální rovinou. Sklon je od 0 do 20°, nachází se na plošině až mírných svazích. Expozice různá. Přirozená druhová skladba DB 5, JL 2, LP 2, HB 1, JS, JV, (BO). Půda hluboká a konsistence shora sypká. Nadmořská výška 165-190 m.

1L7 – Jilmový luh štěrkovitý na terasách Dyje

AVB dosahuje u DB 22-24 m a JS 26 m. Vyskytuje se zde půdní typ FMm až FMf – fluvizem typická až psefitická a půdní druh hlinitý s obsahem štěrku. Substrát je původu An – aluviální náplavy. Forma nadložního humusu mull. Reliéfem je aluviální rovina tvořená terasami Dyje. Nachází se na plošině až velmi mírných svazích (sklon 0-10°). Expozice různá. Přirozená druhová skladba DB 4, JL 2, JS 2, LP 1, JV 1, HB. Půda středně hluboká a konsistence kyprá. Nadmořská výška 190 m.

1L8 – Jilmový luh válečkový na fluvizemi

AVB dosahuje u DB 26 m a JS 26-30 m. Vyskytuje se zde půdní typ FMk – fluvizem kambická a půdní druh hlinitopísčité. Substrát je původu An – aluviální náplavy. Forma nadložního humusu mull. Reliéfem jsou vyšší části aluviální roviny. Nachází se na plošině až velmi mírných svazích (sklon 0-10°). Expozice různá. Přirozená druhová skladba DB 5, JL 2, JS 2, LP 1, HB. Půda hluboká a konsistence kyprá. Nadmořská výška 155-195 m.

1L9 – Dubová jasenina s ostružiníkem ježíníkem a kosatcem žlutým na těžkých glejových půdách

AVB dosahuje u DB 26-34 m a JS 26-34 m. Vyskytuje se zde půdní typ FMg až FM_G – fluvizem pseudoglejová až glejová a půdní druh hlinitojílovitý až jílovitohlinitý. Substrát je původu An – aluviální náplavy. Forma nadložního humusu mull. Reliéfem jsou snížení až roviny záplavového území. Nachází se na plošině až velmi mírných svazích (sklon 0-10°). Expozice různá. Přirozená druhová skladba DB 6, JL 2, JS 2, OL. Půda hluboká a konsistence vazká. Nadmořská výška 150-180 m (OPRL, 1999).

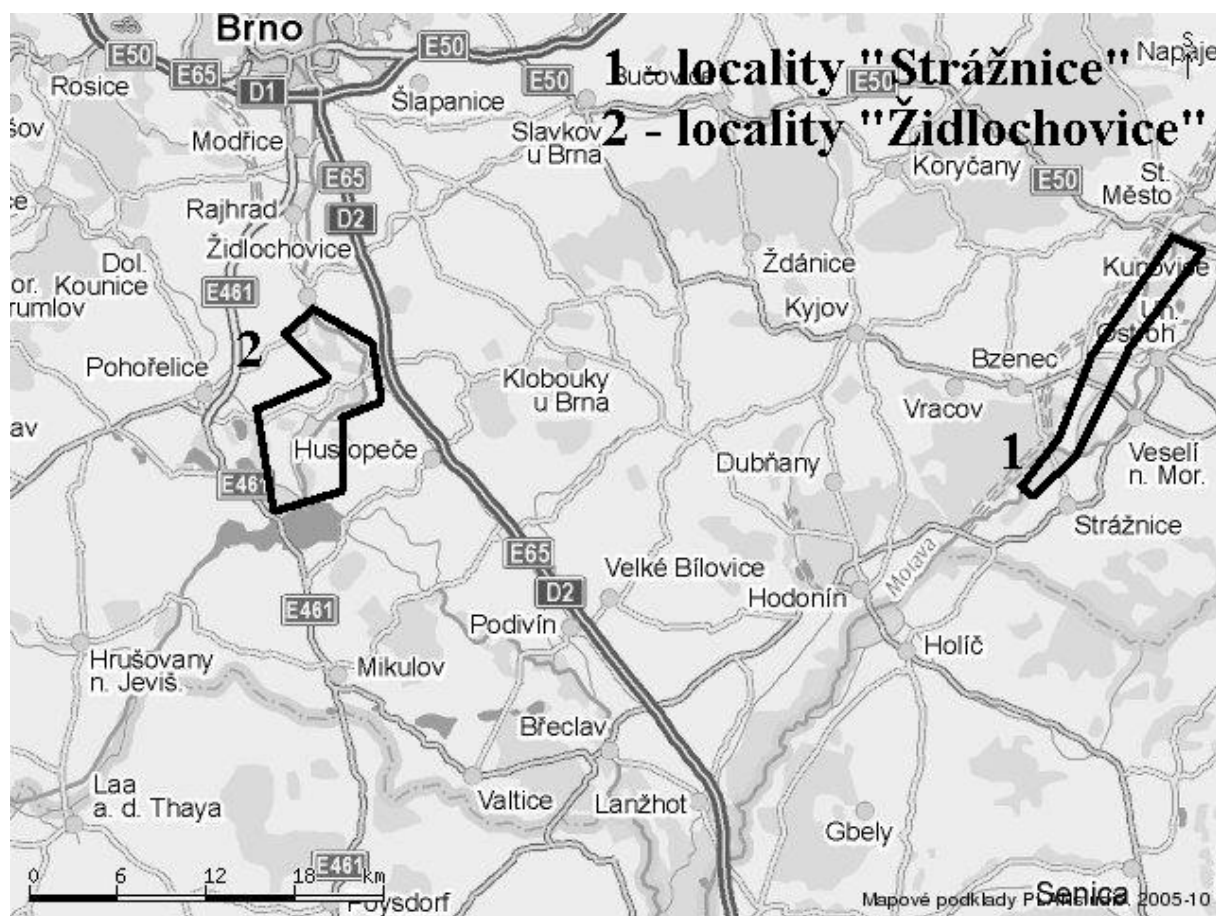
4.2. Vlastní metodika měření

4.2.1. Oblast výzkumu

Výzkum byl proveden na dvou lokalitách lužních lesů PLO 35 (obr. 3). Porostní skupiny byly vybrány na stejných přírodních podmínkách, ačkoliv splavené sedimenty pocházejí ze dvou geologických formací – Českého masivu a Karpat (Mezera, 1956). Prvá lokalita nazvaná Strážnice leží podél řeky Moravy mezi městy Uherské Hradiště (souřadnice 49°04'07,03''N; 17°27'39,07''E) a Strážnice (souřadnice 48°53'56,99''N; 17°18'57,62''E). Průměrná teplota je 9,2°C a průměrné srážky činí 563 mm ročně.

Druhá lokalita nazvaná Židlochovice se nachází podél řeky Svratky mezi městem Židlochovice (souřadnice 49°02'15,39''N; 16°37'06,93''E) a severním břehem Novomlýnských nádrží (souřadnice 48°54'31,54''N; 16°36'24,50''E). Průměrná teplota je 9,0°C a průměrné srážky činí 585 mm ročně.

Celkově redukovaná plocha ORC v lužních lesích (HS 19) v PLO 35 je 492,8 ha.



Obr. 3: Lokality výskytu ORC, kde byly umístěny zkusné plochy.

4.2.2. Zkusné plochy pro měření dendrometrických veličin ORC

Pro vyhodnocení růstu v oblastech největšího zastoupení ORC byly v porostech stanoveny zkusné plochy o výměře 3 ary (poloměr 9,77 m). Nejprve byly podle dat z LHP vybrány porosty, kde měl ORC zastoupení minimálně 80 % a kde tedy byl předpoklad čistých porostů či jeho částí. Vzhledem k růstovým podmínkám veškeré plochy byly na skupině lesních typů 1L – jilmový luh (Plíva, 1981). V rámci terénní pochůzky byly vybrány porostní skupiny či jejich částí, kde byly umístěny zkusné plochy pro vyhodnocení růstu čistých porostů. V oblasti LS Strážnice 31 ploch a v oblasti LZ Židlochovice 32 ploch v porostních skupinách různých věků. Plochy byly vytyčeny za pomoci vytyčovací soupravy a mikrovlnného dálkoměru spřaženého s výškoměrem Laser Vertex a monopodu, kde byla umístěna odrazka. Pomocí taxační pásky byly označeny stromy nacházející se bezprostředně za hranicí zkusné plochy. V případě, že strom svým objemem zasahoval do zkusné plochy, bylo rozhodující umístění osy kmene pro posouzení, zda strom patří do plochy či nikoliv.

Po ustanovení hranic byly stromy spadající do plochy očíslovány a u každého byla změřena tloušťka v prsní výšce ve dvou na sebe kolmých směrech a výška stromu. Pro měření byla použita elektronická průměrka Haglöf Mantax a pro měření výšek elektronický výškoměr Laser Vertex. Věk byl odvozen z LHP a na vzornících ověřen vývrty s použitím Presslerova přírůstového vrtáku.

Vzhledem k tomu, že ORC by měl být také pěstován ve směsi s jinými dřevinami, zejména stínšnášejícími, jak už doporučoval Pokorný (1952) byly dále stanoveny zkusné plochy, kde byl ORC ve směsi zejména s lípou (*Tilia cordata*), aby mohly být porovnány růstové charakteristiky ORC v čistých a smíšených porostech. Tyto porostní skupiny byly nalezeny na LS Strážnice v různých majetcích. Celkem bylo stanoveno 8 zkusných ploch.

V čistých porostech bylo změřeno na LS Strážnice 573 stromů a na LZ Židlochovice 670 stromů, ve smíšených porostech bylo na LS Strážnice změřeno 92 ORC a 114 LP, navíc se na jedné ploše vyskytoval 1 dub letní (*Quercus robur*) a na další 1 jasan úzkolistý (*Fraxinus angustifolia*).

Pro zjištění výtvarnicových výšek počítáno pro celý kmen, hroubí kmene a hroubí celého stromu byly ve dvou náhodně vybraných porostech 1 na LS Strážnice a 1 na LZ Židlochovice změřeny vzorníky, aby pokryly celé spektrum výšek. Nejmenší výška ORC vzorníku byla 12,4 m a nejvyšší 37,1. Což je dostatečné pro zjištění reversní závislosti výtvarnicové výšky na výšce.

Pro zjištění skutečného objemu kmene, hroubí kmene a hroubí stromu podle sekcí na měřených vzornících byla použita tato metodika. K měření tloušťek bylo použito elektronické registrační průměrky Haglöf Mantax . Pořízené údaje byly v milimetrech. Byl změřen pařez v řezu dvěma na sebe kolmými měřeními. Dále byla změřena jeho výška. Kmen byl rozdělen na sekce, od čela 4 sekce po 0,5 m a poté sekce po dvou metrech a konečný doměrek do špice kmene. U větví, které v nasazení byly širší 7 cm s.k., byly označeny sekce od spodní hrany nasazení větve na kmen ve vzdálenosti 0,2m, 0,5 m, 1 m a poté po 1 metru do tloušťky větve nižší než 7,0 cm s.k.

Na základě měření byly určeny vzdálenosti v poslední sekci hroubí, jak u kmene, tak u větví za účelem zjištění, ve které vzdálenosti se nachází limitní tloušťka 7 cm. Tato hodnota byla vzata do výpočtu hroubí.

Pro výpočty a tvorbu grafů a tabulek byly použity počítačové programy Microsoft Excel, STATISTICA a DATAFIT. Veškeré objemy jsou kalkulovány s kůrou.

5. Výsledky pro stanovení objemu jednoho kmene a objemu porostů

Než se přikročilo k výpočtům, bylo nezbytné zjistit, zda růstové charakteristiky, tedy vztah tloušťka a výška, věk a výška a věk a tloušťka jsou stejné u obou populací a zda je tedy možné je posuzovat dohromady v rámci celého PLO. Podle údajů z LHP vykazují obě populace určité rozdíly. Tento problém byl řešen v práci týkající se porovnání základních charakteristik obou populací (Šálek, Hejčmanová, 2011; viz příloha 1), která na základě porovnání měřených dat dochází k závěru, že rozdíly jsou statisticky nevýznamné (obr. 4) a je tedy možné obě populace zpracovávat dohromady. Porovnání dat z LHP a ze zkusných ploch na území LS Strážnice odhalilo rozdíly mezi těmito zdroji dat. Nicméně pro vlastní výzkum se data z LHP nedají dost dobře použít (Šálek, 2008). Důvodem jsou rozdílné úrovně přesnosti přístrojů a jiná metodika zjišťování dat v jednotlivých LHP, přestože autor LHP a této práce je tentýž. Toto zjištění kontrastuje s předešlými pracemi týkajícími se vyhodnocení růstu ORC na daných lokalitách, protože autoři použili dat z LHP (Prudič, 1991; Hrib, 2005).

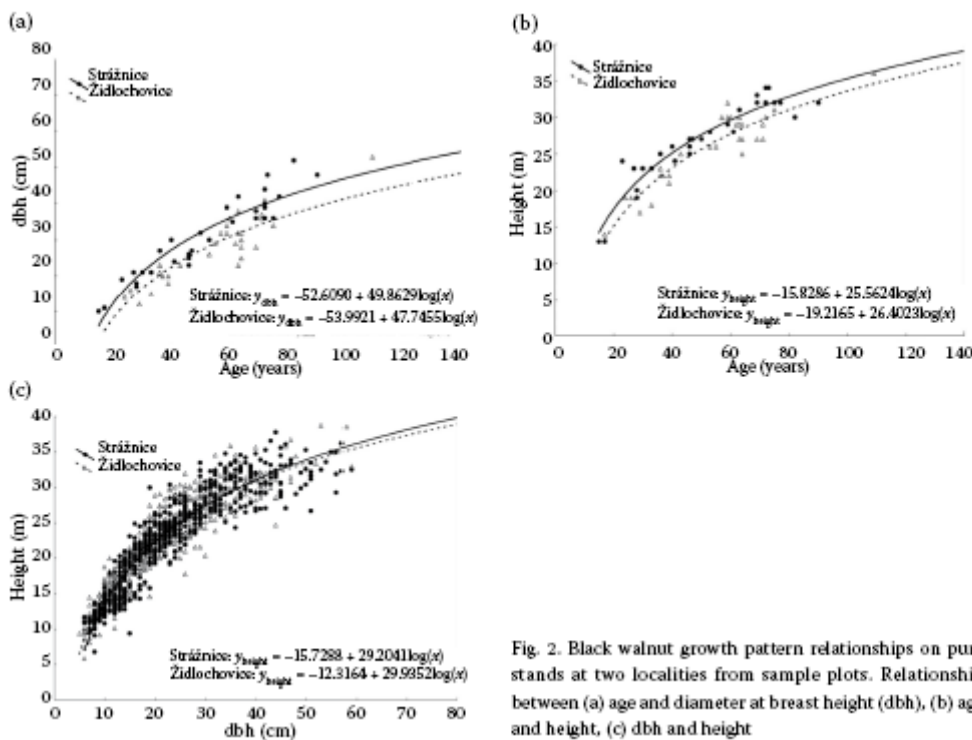


Fig. 2. Black walnut growth pattern relationships on pure stands at two localities from sample plots. Relationship between (a) age and diameter at breast height (dbh), (b) age and height, (c) dbh and height

Obr. 4: Porovnání dendrometrických veličin ORC na lokalitě Židlochovice a lokalitě Strážnice (Šálek, Hejčmanová, 2011).

5.1. Určení objemu jednoho kmene

5.1.1. Výtvarnicová výška

Podle sekcí pomocí vzorce Smalianova (1) byly spočítány objemy jednotlivých sekcí kmene, případně sekcí hroubí větví a jejich součet je objem kmene, hroubí kmene a hroubí stromu.

$$V = (g_0 + g_n)/2 * L \quad (1)$$

V – objem sekce

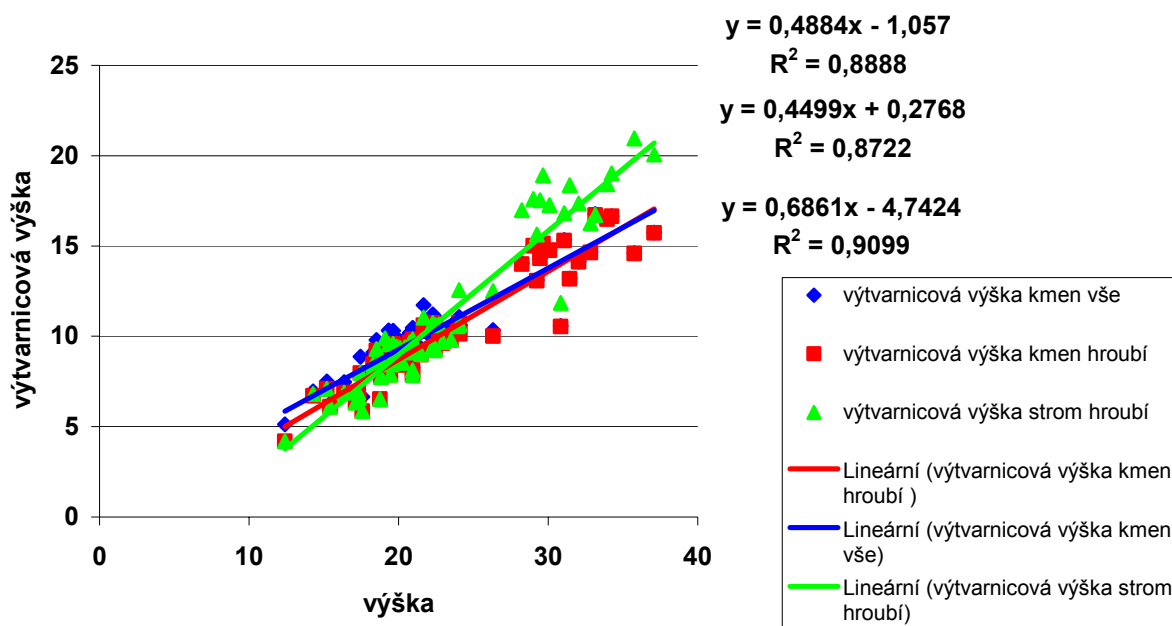
g_0 – kruhová základna čela sekce

g_n – kruhová základna čepu sekce

L – délka sekce

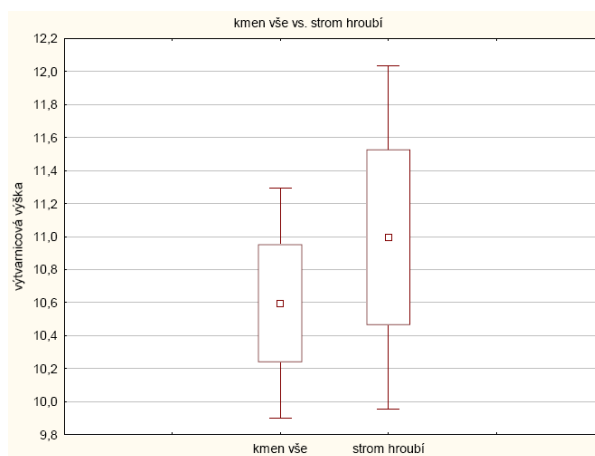
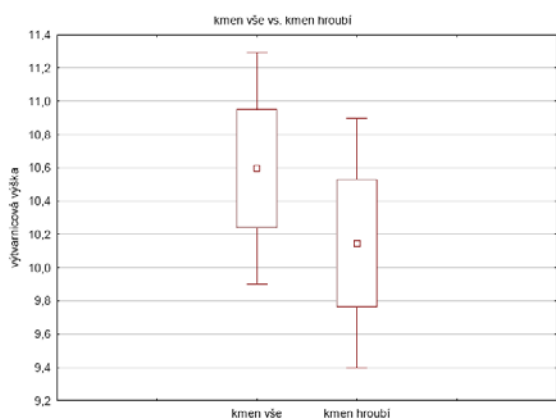
Poté byla na základě celkového objemu stromu a tloušťky ve výčetní výšce odvozena výtvarnicová výška jako výška válce, jehož objem je při stejné kruhové základně stejný jako objem hroubí, kmene či hroubí kmene. Po vyrovnání pomocí regresní lineární křivky bylo dosaženo jednotlivých výtvarnicových výšek pro ORC (graf 1). Koeficienty determinace (spolehlivosti) jsou poměrně vysoké. Zatímco u výtvarnicových výšek kmene a hroubí kmene není rozdíl, výtvarnicová výška hroubí stromu vykazuje určité rozdíly.

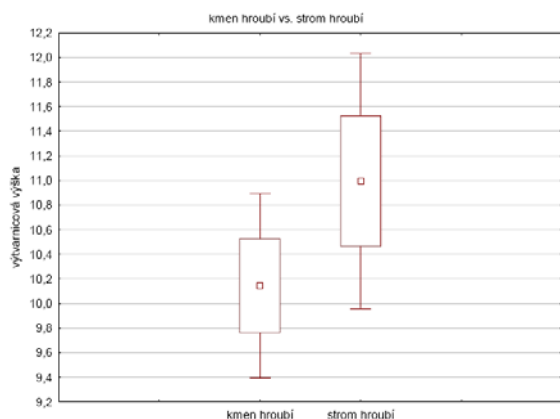
Výtvarnicové výšky celkem ORC



Graf 1: Regresní vyrovnnání výtvarnicových výšek pro ORC

Pro vyhodnocení rozdílu bylo použito t-testu vyjádřeného v grafech (graf 2, 3, 4). Jednotlivé objemy byly označeny „kmen vše“ znamenající hroubí a nehroubí kmene, „kmen hroubí“ a „strom hroubí“, tedy hroubí kmene a větvi.





Graf 2,3,4: Vyhodnocení rozdílů mezi výtvarnicovými výškami celého kmene, hroubí kmene a hroubí celého stromu

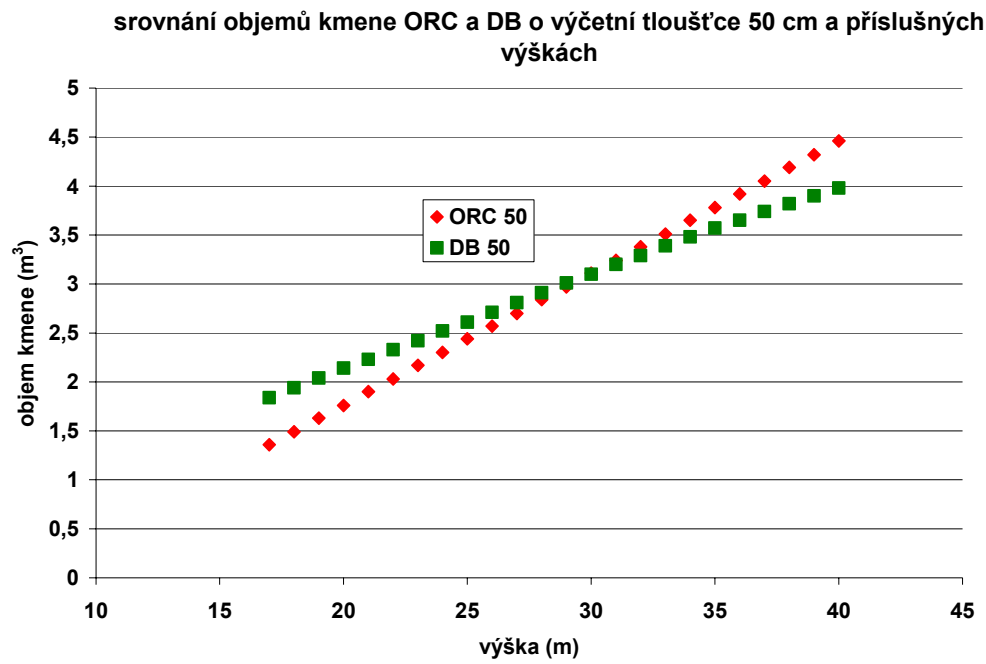
Na základě výsledků nejsou statisticky významné rozdíly mezi výtvarnicovými výškami při hladině významnosti $p < 0,05$. Pokud použijeme t-testu pro závislé vzorky (tab. 8), je zde patrný rozdíl mezi hroubím kmene a hroubím celého stromu (včetně větví).

Tab. 8: T-test pro závislé vzorky – porovnání výtvarnicových výšek

Proměnná	t-test pro závislé vzorky (zdrojová data pro t testy) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
kmen vše	10,59662	2,815218								
strom hroubí	10,99658	4,203504	63	-0,399961	1,694758	-1,87318	62	0,065759	-0,82678	0,026859
kmen hroubí	10,14585	3,027466								
strom hroubí	10,99658	4,203504	63	-0,850734	1,460140	-4,62455	62	0,000020	-1,21847	-0,483002

5.1.2. Objemové tabulky ORC

Na základě zjištěné výtvarnicové výšky podle vzorníků lze tedy sestavit tabulku pro objem jednoho kmene (tab. 9) a porovnat údaje s dubem. Pro porovnání byla vybrána hodnota tloušťkového stupně 50 cm pro příslušné výšky (graf 5).



Graf 5. Porovnání objemů jednoho kmene ORC a DB pro tloušťkový stupeň 50 cm

Tab. 9: Objemové tabulky pro jednotlivý kmen

	výška	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	výt. výška	2,12	2,8	3,49	4,18	4,86	5,55	6,24	6,92	7,61	8,29	8,98	9,67	10,4	11	11,7	12,4
tl.st.	kruh. zákl.																
10	0,00785	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05								
12	0,011304	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09							
14	0,015386	0,03	0,03	0,05	0,06	0,07	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14					
16	0,020096	0,04	0,04	0,07	0,08	0,1	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21			
18	0,025434	0,05	0,05	0,09	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,3	
20	0,0314	0,07	0,07	0,11	0,13	0,15	0,17	0,2	0,22	0,24	0,26	0,28	0,3	0,33	0,35	0,37	0,39
22	0,037994	0,08	0,08	0,13	0,16	0,18	0,21	0,24	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42	0,45	0,47
24	0,045216	0,1	0,1	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,41	0,44	0,47	0,5	0,53	0,56
26	0,053066	0,11	0,11	0,19	0,22	0,26	0,29	0,33	0,37	0,4	0,44	0,48	0,51	0,55	0,59	0,62	0,66
28	0,061544	0,13	0,13	0,21	0,26	0,3	0,34	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,64	0,68	0,72	0,76
30	0,07065		0,15	0,25	0,3	0,34	0,39	0,44	0,49	0,54	0,59	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88
32	0,080384			0,28	0,34	0,39	0,45	0,5	0,56	0,61	0,67	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	1
34	0,090746				0,38	0,44	0,5	0,57	0,63	0,69	0,75	0,81	0,88	0,94	1	1,06	1,13
36	0,101736					0,49	0,56	0,63	0,7	0,77	0,84	0,91	0,98	1,05	1,12	1,19	1,26
38	0,113354					0,55	0,63	0,71	0,78	0,86	0,94	1,02	1,1	1,17	1,25	1,33	1,41
40	0,1256						0,7	0,78	0,87	0,96	1,04	1,13	1,21	1,3	1,39	1,47	1,56
42	0,138474						0,77	0,86	0,96	1,05	1,15	1,24	1,34	1,43	1,53	1,62	1,72
44	0,151976							0,95	1,05	1,16	1,26	1,36	1,47	1,57	1,68	1,78	1,89
46	0,166106							1,04	1,15	1,26	1,38	1,49	1,61	1,72	1,83	1,95	2,06
48	0,180864								1,25	1,38	1,5	1,62	1,75	1,87	2	2,12	2,24
50	0,19625								1,36	1,49	1,63	1,76	1,9	2,03	2,17	2,3	2,44
52	0,212264									1,61	1,76	1,91	2,05	2,2	2,34	2,49	2,63
54	0,228906									1,74	1,9	2,06	2,21	2,37	2,53	2,68	2,84
56	0,246176									1,87	2,04	2,21	2,38	2,55	2,72	2,89	3,06
58	0,264074										2,19	2,37	2,55	2,73	2,91	3,1	3,28
60	0,2826										2,34	2,54	2,73	2,93	3,12	3,31	3,51
62	0,301754										2,5	2,71	2,92	3,12	3,33	3,54	3,74
64	0,321536											2,89	3,11	3,33	3,55	3,77	3,99
66	0,341946												3,07	3,31	3,54	3,77	4,01
68	0,362984													3,26	3,51	3,76	4,01
70	0,38465														3,72	3,98	4,25
72	0,406944															4,25	4,51
74	0,429866															4,72	5,00
76	0,453416															5,20	5,50
78	0,477594															5,70	6,00
80	0,5024															6,20	6,50
82	0,527834															6,70	7,00
84	0,553896															7,20	7,50
86	0,580586															7,70	8,00
88	0,607904															8,20	8,50
90	0,63585															9,00	9,50

26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	výška	
13,1	13,8	14,5	15,2	15,84	16,53	17,21	17,9	18,59	19,27	19,96	20,64	21,33	22,02	22,7	výtv. výška	
															kruh. zákl.	tl.st.
															0,00785	10
															0,011304	12
															0,015386	14
															0,020096	16
															0,025434	18
0,41															0,0314	20
0,5	0,52	0,55													0,037994	22
0,59	0,62	0,65	0,69	0,72											0,045216	24
0,69	0,73	0,77	0,8	0,84	0,88	0,91									0,053066	26
0,81	0,85	0,89	0,93	0,97	1,02	1,06	1,1	1,14							0,061544	28
0,93	0,97	1,02	1,07	1,12	1,17	1,22	1,26	1,31	1,36	1,41					0,07065	30
1,05	1,11	1,16	1,22	1,27	1,33	1,38	1,44	1,49	1,55	1,6	1,66	1,71			0,080384	32
1,19	1,25	1,31	1,38	1,44	1,5	1,56	1,62	1,69	1,75	1,81	1,87	1,94	2	2,06	0,090746	34
1,33	1,4	1,47	1,54	1,61	1,68	1,75	1,82	1,89	1,96	2,03	2,1	2,17	2,24	2,31	0,101736	36
1,48	1,56	1,64	1,72	1,8	1,87	1,95	2,03	2,11	2,18	2,26	2,34	2,42	2,5	2,57	0,113354	38
1,64	1,73	1,82	1,9	1,99	2,08	2,16	2,25	2,33	2,42	2,51	2,59	2,68	2,77	2,85	0,1256	40
1,81	1,91	2	2,1	2,19	2,29	2,38	2,48	2,57	2,67	2,76	2,86	2,95	3,05	3,14	0,138474	42
1,99	2,09	2,2	2,3	2,41	2,51	2,62	2,72	2,82	2,93	3,03	3,14	3,24	3,35	3,45	0,151976	44
2,18	2,29	2,4	2,52	2,63	2,75	2,86	2,97	3,09	3,2	3,32	3,43	3,54	3,66	3,77	0,166106	46
2,37	2,49	2,62	2,74	2,86	2,99	3,11	3,24	3,36	3,49	3,61	3,73	3,86	3,98	4,11	0,180864	48
2,57	2,7	2,84	2,97	3,11	3,24	3,38	3,51	3,65	3,78	3,92	4,05	4,19	4,32	4,46	0,19625	50
2,78	2,93	3,07	3,22	3,36	3,51	3,65	3,8	3,94	4,09	4,24	4,38	4,53	4,67	4,82	0,212264	52
3	3,15	3,31	3,47	3,63	3,78	3,94	4,1	4,25	4,41	4,57	4,73	4,88	5,04	5,2	0,228906	54
3,22	3,39	3,56	3,73	3,9	4,07	4,24	4,41	4,58	4,74	4,91	5,08	5,25	5,42	5,59	0,246176	56
3,46	3,64	3,82	4	4,18	4,36	4,55	4,73	4,91	5,09	5,27	5,45	5,63	5,81	5,99	0,264074	58
3,7	3,89	4,09	4,28	4,48	4,67	4,86	5,06	5,25	5,45	5,64	5,83	6,03	6,22	6,42	0,2826	60
3,95	4,16	4,37	4,57	4,78	4,99	5,19	5,4	5,61	5,82	6,02	6,23	6,44	6,64	6,85	0,301754	62
4,21	4,43	4,65	4,87	5,09	5,31	5,53	5,76	5,98	6,2	6,42	6,64	6,86	7,08	7,3	0,321536	64
4,48	4,71	4,95	5,18	5,42	5,65	5,89	6,12	6,36	6,59	6,82	7,06	7,29	7,53	7,76	0,341946	66
4,75	5	5,25	5,5	5,75	6	6,25	6,5	6,75	7	7,24	7,49	7,74	7,99	8,24	0,362984	68
5,04	5,3	5,57	5,83	6,09	6,36	6,62	6,88	7,15	7,41	7,68	7,94	8,2	8,47	8,73	0,38465	70
5,33	5,61	5,89	6,17	6,45	6,73	7	7,28	7,56	7,84	8,12	8,4	8,68	8,96	9,24	0,406944	72
5,63	5,92	6,22	6,51	6,81	7,1	7,4	7,69	7,99	8,28	8,58	8,87	9,17	9,46	9,76	0,429866	74
5,94	6,25	6,56	6,87	7,18	7,49	7,8	8,12	8,43	8,74	9,05	9,36	9,67	9,98	10,29	0,453416	76
6,25	6,58	6,91	7,24	7,57	7,89	8,22	8,55	8,88	9,2	9,53	9,86	10,19	10,51	10,84	0,477594	78
6,58	6,92	7,27	7,61	7,96	8,3	8,65	8,99	9,34	9,68	10,03	10,37	10,72	11,06	11,41	0,5024	80
6,91	7,27	7,64	8	8,36	8,72	9,09	9,45	9,81	10,17	10,53	10,9	11,26	11,62	11,98	0,527834	82
7,25	7,63	8,01	8,39	8,77	9,15	9,53	9,91	10,29	10,67	11,05	11,43	11,81	12,19	12,57	0,553896	84
7,6	8	8,4	8,8	9,2	9,6	9,99	10,39	10,79	11,19	11,59	11,99	12,38	12,78	13,18	0,580586	86
7,96	8,38	8,8	9,21	9,63	10,05	10,46	10,88	11,3	11,71	12,13	12,55	12,97	13,38	13,8	0,607904	88
8,33	8,76	9,2	9,64	10,07	10,51	10,94	11,38	11,82	12,25	12,69	13,13	13,56	14	14,43	0,63585	90

Ferrell a Lundgren (1976) použili Lundgrenovy a Dolidovy rovnice (2) pro zjištění objemu kmene.

$$V = b_1 h (1 - e^{-b_2 d})^{b_3} \quad (2)$$

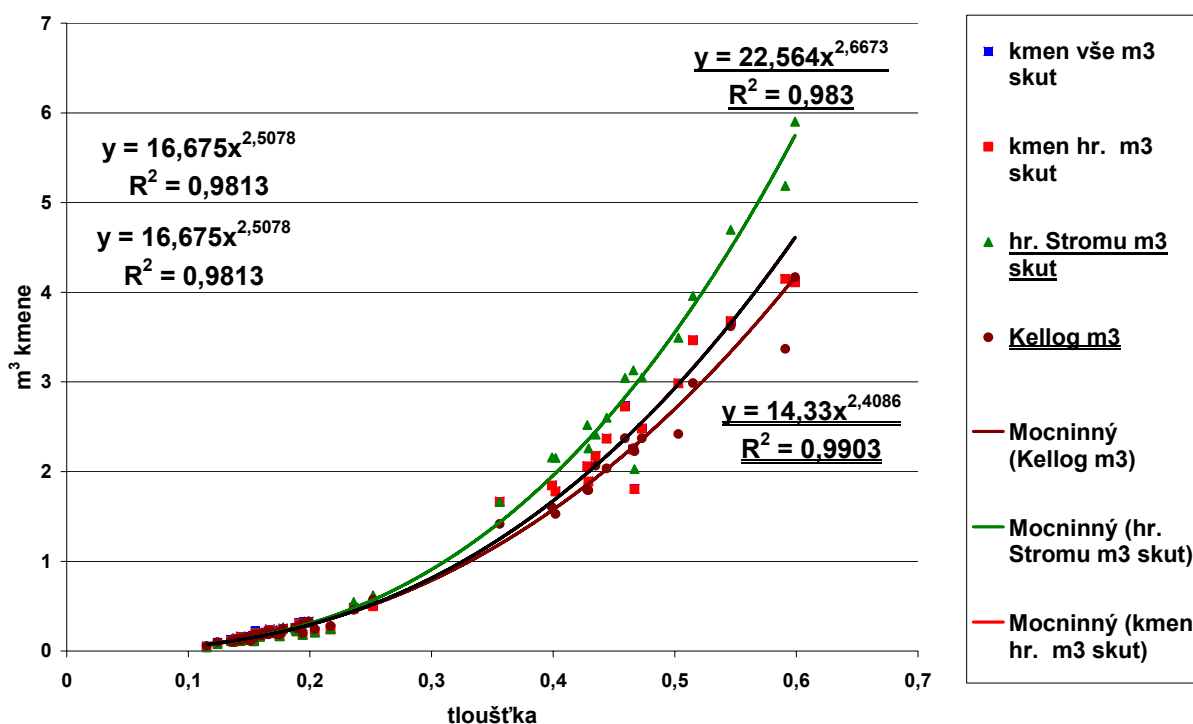
V - objem kmene v kubických stopách (cubic foot)

h - výška ve stopách (feet),

d - tloušťka v palcích (inches)

b_1 , b_2 a b_3 - parametry rovnice

Pro ověření vypočítaných parametrů pro ORC podle Kellogových dat (Ferrell, Lundgren, 1976), kdy jsou uvedeny tyto hodnoty pro parametry $b_1 = 192,3086$, $b_2 = -0,003543$ a $b_3 = 1,9939$ byly použity údaje ze skácených vzorníků (graf 6).



Graf 6: Porovnání objemu hroubí stromu, hroubí kmene, celého kmene a vypočítaných objemů podle Lundgren –Dolidovy rovnice

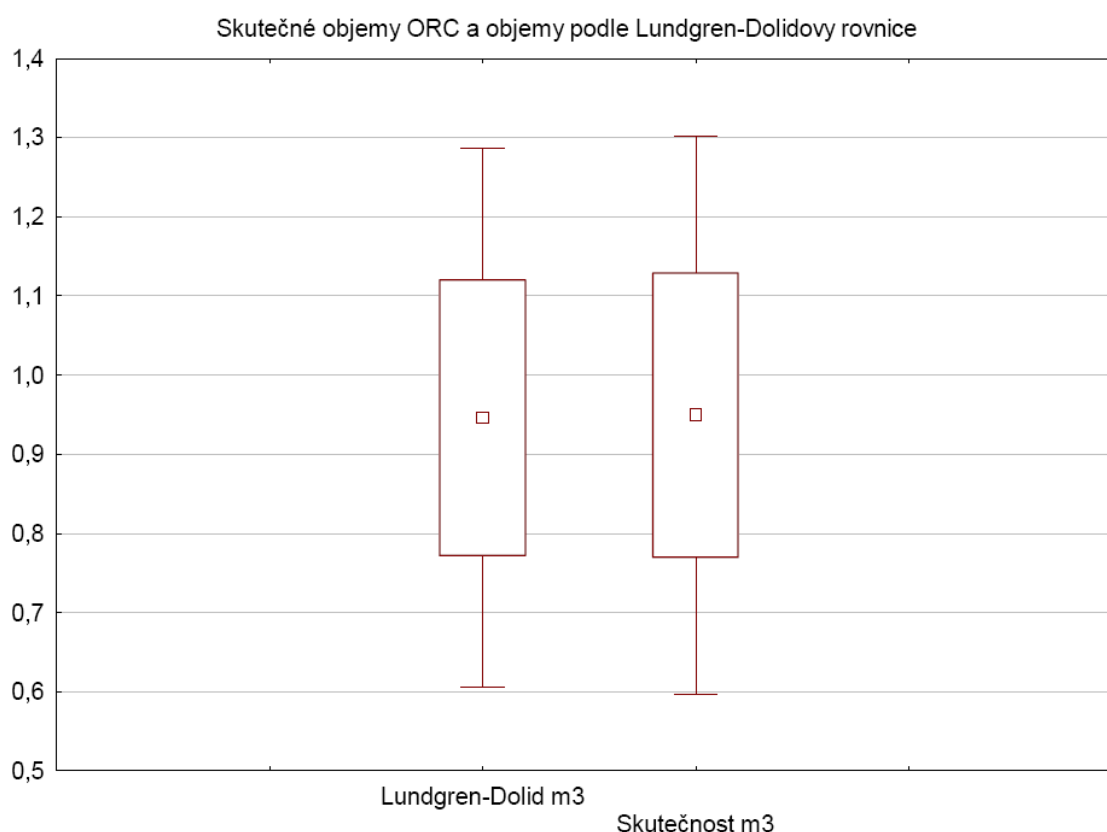
Aby bylo možné použít universální Lundgrenovu a Dolidovu rovnici a tedy spočítat parametry rovnice, je nutné použít vyrovnaných hodnot tloušťky a výšky. Pro vyrovnaní hodnot byla použita Korfova rovnice a na základě vyrovnaných hodnot byly spočítány

parametry b_1 , b_2 , a b_3 s jinými vstupními jednotkami. Objem stromu V je dán v m^3 , výška v metrech a tloušťka v cm. Parametry rovnice jsou $b_1 = 17,67809$, $b_2 = -0,00214$ a $b_3 = 2,22645$. Koeficient determinace R^2 pro vyrovnání je 0,99999894. Maximální chyba² mezi vypočítanými daty a skutečnými objemy jednotlivých stromů je 0,725274593.

Vypočítané objemy podle Lundgrenovy a Dolidovy rovnice byly porovnány se skutečnými objemy pokácených vzorníků a testovány na shodu t-testem (graf 7, tab. 10).

Proměnná	t-test pro závislé vzorky (Ttest další) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
Skutečnost m3	0,949410	1,425090								
Lundgren-Dolid m3	0,946285	1,380014	63	0,003125	0,159602	0,155417	62	0,876997	-0,043320	0,037070

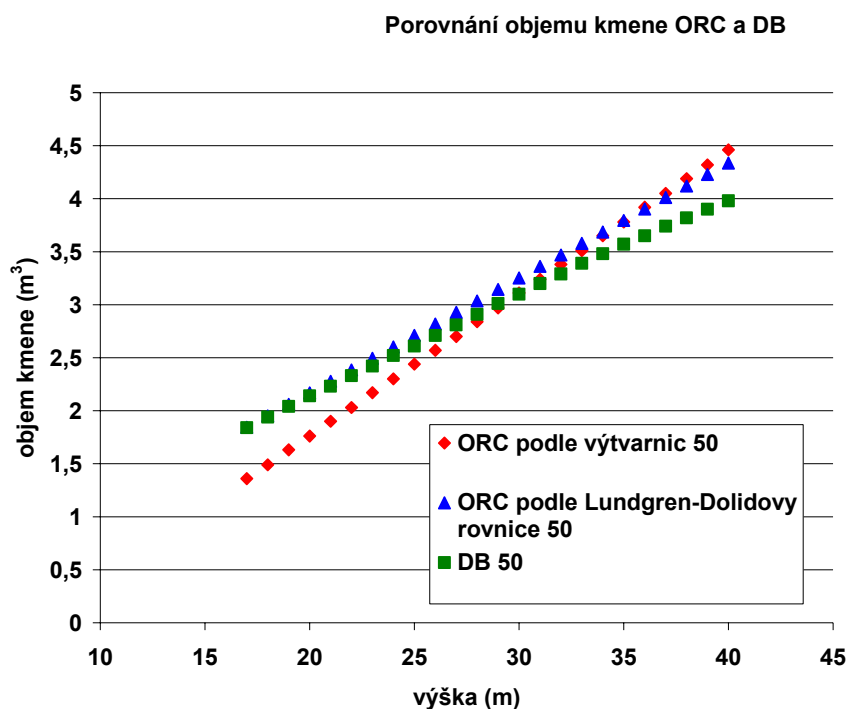
Tab. 10: Porovnání objemů jednotlivých stromů podle Lundgren-Dolidovy rovnice se skutečnými objemy



Graf 7: Porovnání shody skutečného objemu a objemu podle Lundgren-Dolidovy rovnice

Na základě t-testu je možné konstatovat, že objemy hroubí stromů ORC podle Lundgren-Dolidovy rovnice se neliší od skutečných objemů měřených pokácených vzorníků ORC. Je tedy možné použít tuto rovnici jako univerzální pro další výpočty při konstrukci

objemových tabulek a při konstrukci objemových tabulek pro ORC. Před tvorbou tabulek je nutné porovnat objemy kmene počítané podle této rovnice s objemy kmene DB podle objemových tabulek ÚLT a objemy kmene ORC podle výtvarnicových výšek a to pro tloušťkový stupeň 50 cm (graf 8).



Graf 8: Porovnání objemu kmene ORC počítaného podle výtvarnicových výšek, ORC počítaného podle Lundgren-Dolidovy rovnice a DB podle objemových tabulek ÚLT pro tloušťkový stupeň 50 cm.

Na základě tohoto grafu lze říci, že Lundgren-Dolidova rovnice je vhodnější pro tvorbu objemových tabulek, než přímý výpočet pomocí lineárně vyrovnaných výtvarnicových výšek. Objemové tabulky sestavené podle této rovnice jsou uvedeny v tabulce 11.

Tab. 11: Objemové tabulky ORC počítané podle Lundgren-Dolidovy rovnice

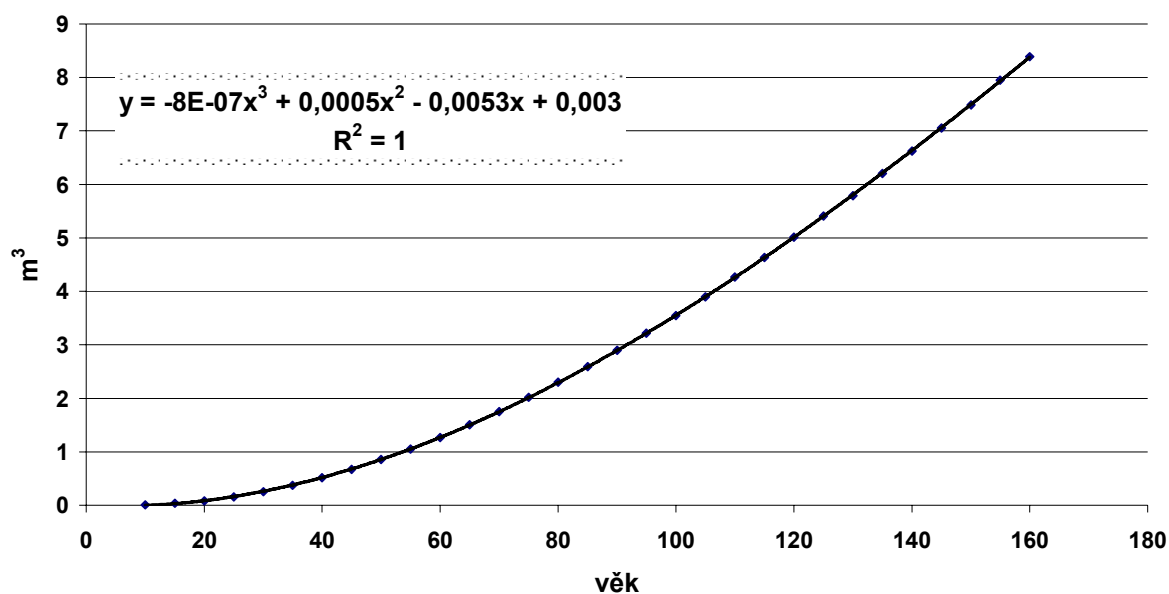
	výška	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
tloušťka																		
10		0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06									
12		0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09								
14		0,07	0,08	0,08	0,09	0,1	0,1	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14						
16		0,09	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,2				
18		0,12	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,28	0,29		
20		0,15	0,17	0,18	0,2	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,29	0,3	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38	
22		0,19	0,2	0,22	0,24	0,26	0,28	0,3	0,32	0,34	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	
24		0,22	0,25	0,27	0,29	0,31	0,34	0,36	0,38	0,4	0,43	0,45	0,47	0,49	0,52	0,54	0,56	
26		0,27	0,29	0,32	0,35	0,37	0,4	0,43	0,45	0,48	0,51	0,54	0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	
28		0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,5	0,53	0,57	0,6	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,79	
30			0,4	0,44	0,47	0,51	0,55	0,58	0,62	0,66	0,69	0,73	0,77	0,8	0,84	0,87	0,91	
32				0,5	0,54	0,59	0,63	0,67	0,71	0,75	0,8	0,84	0,88	0,92	0,96	1,01	1,05	
34					0,62	0,67	0,72	0,76	0,81	0,86	0,91	0,95	1	1,05	1,1	1,14	1,19	
36						0,75	0,81	0,86	0,92	0,97	1,02	1,08	1,13	1,19	1,24	1,29	1,35	
38						0,85	0,91	0,97	1,03	1,09	1,15	1,21	1,27	1,33	1,39	1,45	1,51	
40							1,01	1,08	1,15	1,22	1,28	1,35	1,42	1,49	1,55	1,62	1,69	
42							1,12	1,2	1,27	1,35	1,42	1,5	1,57	1,65	1,72	1,8	1,87	
44								1,32	1,41	1,49	1,57	1,65	1,74	1,82	1,9	1,99	2,07	
46									1,45	1,55	1,64	1,73	1,82	1,91	2	2,09	2,18	2,27
48										1,69	1,79	1,89	1,99	2,09	2,19	2,29	2,39	2,49
50										1,84	1,95	2,06	2,17	2,28	2,39	2,49	2,6	2,71
52											2,12	2,24	2,36	2,47	2,59	2,71	2,83	2,94
54											2,29	2,42	2,55	2,68	2,8	2,93	3,06	3,19
56											2,48	2,61	2,75	2,89	3,03	3,16	3,3	3,44
58											2,81	2,96	3,11	3,26	3,41	3,55	3,7	
60											3,02	3,18	3,34	3,5	3,66	3,82	3,97	
62											3,23	3,4	3,57	3,74	3,91	4,08	4,26	
64												3,64	3,82	4	4,18	4,36	4,55	
66												3,88	4,07	4,26	4,46	4,65	4,85	
68												4,12	4,33	4,54	4,74	4,95	5,15	
70													4,6	4,82	5,03	5,25	5,47	
72													4,87	5,1	5,34	5,57	5,8	
74													5,15	5,4	5,64	5,89	6,14	
76														5,7	5,96	6,22	6,48	
78														6,01	6,29	6,56	6,84	
80														6,33	6,62	6,91	7,2	
82														6,66	6,96	7,27	7,57	
84															7,31	7,63	7,95	
86															7,67	8,01	8,34	
88															8,04	8,39	8,74	
90															8,41	8,78	9,14	

26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
															tloušťka
															10
															12
															14
															16
															18
0,39															20
0,48	0,5	0,52													22
0,58	0,61	0,63	0,65	0,67											24
0,7	0,72	0,75	0,78	0,8	0,83	0,86									26
0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1	1,04	1,07							28
0,95	0,98	1,02	1,06	1,09	1,13	1,17	1,2	1,24	1,28	1,31					30
1,09	1,13	1,17	1,21	1,26	1,3	1,34	1,38	1,42	1,47	1,51	1,55	1,59			32
1,24	1,29	1,34	1,38	1,43	1,48	1,53	1,57	1,62	1,67	1,72	1,76	1,81	1,86	1,91	34
1,4	1,46	1,51	1,56	1,62	1,67	1,73	1,78	1,83	1,89	1,94	2	2,05	2,1	2,16	36
1,57	1,63	1,69	1,76	1,82	1,88	1,94	2	2,06	2,12	2,18	2,24	2,3	2,36	2,42	38
1,76	1,82	1,89	1,96	2,03	2,09	2,16	2,23	2,3	2,36	2,43	2,5	2,57	2,63	2,7	40
1,95	2,02	2,1	2,17	2,25	2,32	2,4	2,47	2,55	2,62	2,7	2,77	2,85	2,92	3	42
2,15	2,23	2,32	2,4	2,48	2,56	2,65	2,73	2,81	2,9	2,98	3,06	3,14	3,23	3,31	44
2,36	2,45	2,55	2,64	2,73	2,82	2,91	3	3,09	3,18	3,27	3,36	3,45	3,55	3,64	46
2,59	2,69	2,79	2,88	2,98	3,08	3,18	3,28	3,38	3,48	3,58	3,68	3,78	3,88	3,98	48
2,82	2,93	3,04	3,14	3,25	3,36	3,47	3,58	3,69	3,79	3,9	4,01	4,12	4,23	4,34	50
3,06	3,18	3,3	3,42	3,53	3,65	3,77	3,89	4	4,12	4,24	4,36	4,48	4,59	4,71	52
3,31	3,44	3,57	3,7	3,82	3,95	4,08	4,21	4,33	4,46	4,59	4,72	4,84	4,97	5,1	54
3,58	3,72	3,85	3,99	4,13	4,27	4,4	4,54	4,68	4,82	4,95	5,09	5,23	5,37	5,5	56
3,85	4	4,15	4,29	4,44	4,59	4,74	4,89	5,04	5,18	5,33	5,48	5,63	5,78	5,92	58
4,13	4,29	4,45	4,61	4,77	4,93	5,09	5,25	5,4	5,56	5,72	5,88	6,04	6,2	6,36	60
4,43	4,6	4,77	4,94	5,11	5,28	5,45	5,62	5,79	5,96	6,13	6,3	6,47	6,64	6,81	62
4,73	4,91	5,09	5,27	5,45	5,64	5,82	6	6,18	6,36	6,55	6,73	6,91	7,09	7,27	64
5,04	5,23	5,43	5,62	5,81	6,01	6,2	6,4	6,59	6,78	6,98	7,17	7,36	7,56	7,75	66
5,36	5,57	5,77	5,98	6,19	6,39	6,6	6,8	7,01	7,22	7,42	7,63	7,83	8,04	8,25	68
5,69	5,91	6,13	6,35	6,57	6,79	7	7,22	7,44	7,66	7,88	8,1	8,32	8,54	8,76	70
6,03	6,26	6,5	6,73	6,96	7,19	7,42	7,66	7,89	8,12	8,35	8,58	8,82	9,05	9,28	72
6,38	6,63	6,87	7,12	7,36	7,61	7,85	8,1	8,34	8,59	8,84	9,08	9,33	9,57	9,82	74
6,74	7	7,26	7,52	7,78	8,04	8,3	8,56	8,81	9,07	9,33	9,59	9,85	10,11	10,37	76
7,11	7,38	7,66	7,93	8,2	8,48	8,75	9,02	9,3	9,57	9,84	10,12	10,39	10,66	10,94	78
7,49	7,77	8,06	8,35	8,64	8,93	9,21	9,5	9,79	10,08	10,37	10,65	10,94	11,23	11,52	80
7,87	8,18	8,48	8,78	9,08	9,39	9,69	9,99	10,29	10,6	10,9	11,2	11,51	11,81	12,11	82
8,27	8,59	8,9	9,22	9,54	9,86	10,18	10,49	10,81	11,13	11,45	11,77	12,08	12,4	12,72	84
8,67	9,01	9,34	9,67	10,01	10,34	10,67	11,01	11,34	11,67	12,01	12,34	12,68	13,01	13,34	86
9,09	9,44	9,79	10,13	10,48	10,83	11,18	11,53	11,88	12,23	12,58	12,93	13,28	13,63	13,98	88
9,51	9,87	10,24	10,61	10,97	11,34	11,7	12,07	12,43	12,8	13,17	13,53	13,9	14,26	14,63	90

5.1.3. Vývoj objemu jednoho stromu v čase

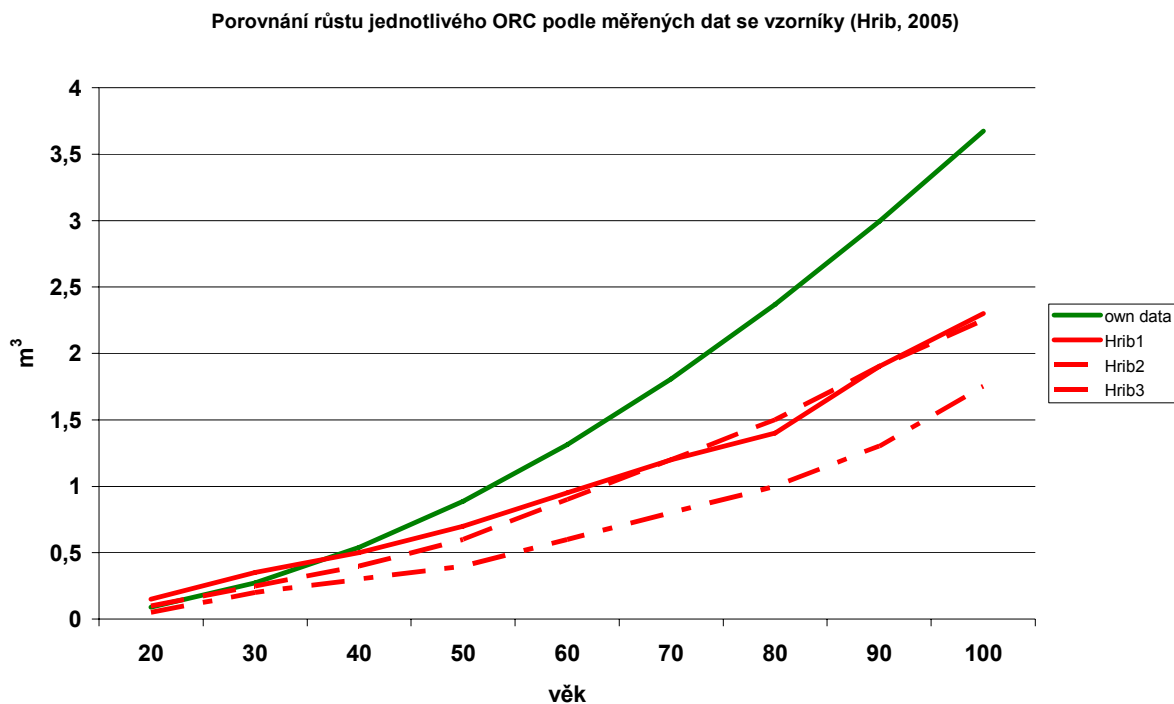
Pokud jako zdrojová data použijeme Korfovy rovnice pro vývoj tloušťek a výšek v čase (kap. 5.2.) a vypočítáme podle nich jednotlivé objemy pro určité věky, dostaneme vývoj objemu jednoho stromu v čase. Tyto údaje lze proložit polynomickou rovnicí 3 řádu, kdy dosáhneme absolutní shody ($R^2 = 1$) (graf 9). I když polynomická rovnice 3 řádu má svůj vrchol, tak ji lze použít pro vyrovnání (Laar, Akca, 2007), neboť nepředpokládáme růst objemu jednoho stromu déle než 160 let, tedy do ukončení věku odtěžením stromu.

Graf vývoje objemu středního kmene (střední tloušťka a výška vyrovnána Korfovou rovnicí)



Graf 9: Vývoj objemu středního kmene (střední tloušťka a střední výška vyrovnány Korfovou rovnicí)

Na základě rovnice můžeme porovnat růst stromu s dostupnými údaji (graf 10). V oblasti LZ Židlochovice vyhodnotil růst jednotlivých stromů pouze Hrib (2005) a to na 3 vzornících.



Graf 10: Porovnání růstu středního kmene s dříve měřenými vzorníky (Hrib, 2005)

5.1.4. Diskuse

Z tabulek a porovnání je patrné, že při uplatnění výtvarnicových výšek má ve vyšších výškách ORC vyšší objem hroubí než DB. Nicméně je zřejmé, že v nízkých výškách se ORC při použití výtvarnicových výšek pro výpočet objemu kmene příliš odchyluje směrem dolů.

Z toho důvodu byla pro stanovení objemu kmene vybrána Lundgren-Dolidova rovnice, která je také použita pro výpočet objemu kmene při vyhodnocení měření ORC v USA.

Na základě grafu 6 a grafu 7 je možné konstatovat, že objemy hroubí stromů ORC podle Lundgren-Dolidovy rovnice se neliší od skutečných objemů měřených pokácených vzorníků ORC. Je tedy možné použít tuto rovnici jako univerzální pro další výpočty při konstrukci objemových tabulek a při konstrukci objemových tabulek pro ORC. Graf č. 8 také potvrzuje, že Lundgren-Dolidova rovnice je vhodnější pro tvorbu objemových tabulek, než přímý výpočet pomocí lineárně vyrovnaných výtvarnicových výšek.

Regresní mocninná křivka (graf 6) je stejná jak pro hroubí kmene, tak pro celkový objem kmene. Z toho je patrné, že nehroubí kmene prakticky nehraje žádnou roli. Těmito dvěma hodnotám se také velmi blíží hodnoty objemu stromu počítané podle Kelloga (1940; in Ferrell, Lundgren, 1976). Podstatně větší rozdíl je ale u hroubí celého stromu. Z výsledků je

patrné, že i když Ferrell a Lundgren (1976) použili výrazu total cubic foot volume pak se jedná jen o objem kmene, nikoliv o objem celého stromu. Navíc data jsou pro práci Ferella a Lungrena brány z Kellogových grafů a tabelovaných sumářů, původní data jsou bohužel ztracena (Ferrell, Lundgren, 1976).

Co se týká růstu objemu jednoho stromu, tak z grafu 10 je patrné, že růst středního kmene podle dat uvedených v této práci má výrazně vyšší hodnoty než růst na dřívě měřených vzornících (Hrib, 2005). Pokud bychom ale kalkulovali objem Hribových vzorníků podle tabulek vytvořených výše, tak dostaneme odlišné hodnoty i s přihlédnutím k objemu kůry, který Hribovi vyšel v průměru 21%. I tak je ale objem stromů podle tabulek výrazně vyšší, zejména u vzorníku B, který při vstupních hodnotách tloušťka 67 cm a výška 32 m dosahuje pouze 2,64 m³ s.k., zatímco podle tabulek by měl mít 6,4 m³ s.k. Tento rozdíl je dalším důvodem pro detailnější zkoumání vývoje středního kmene a zásob porostů ORC.

5.2. Určení objemu porostů na 1 ha podle věku

5.2.1. Korfova růstová funkce

Jednou z růstových rovnic, kterou můžeme použít pro výpočet objemu porostů a pro predikci produkce je Korfova růstová rovnice (Šmelko, 2000) (3).

$$y(x) = A \exp\left(\frac{k}{1-n} x^{1-n}\right) \quad (3)$$

t – věk

A , k , n , - parametry rovnice

Korfova růstová rovnice není vhodná jen pro vyrovnání závislosti výšky na tloušťce (Liao et al, 2003; Zhang, 1997), ale také pro vyrovnání objemu porostů v závislosti na čase (Kouba, Zahradník, 2005) a pro vyrovnání redukce počtu stromů v závislosti na čase (Chroust, 2001). Korf (1939) ve své původní práci zdůrazňuje, že růstová funkce je vytvořena pro extrapolaci dat do vyššího věku porostů a pro matematické vyjádření růstové funkce pro tvorbu růstových tabulek. Zeide (1993) dokazuje, že Korfova růstová funkce je výrazně přesnější než ostatní růstové funkce (Chapman-Richardsova, Weinbullova, Gompertzova a logistická). Na druhé straně Korfova funkce jako univerzální byla zvažována i pro modelování růstu tropických dřevin a i když v porovnání s funkcí Bertalanffyovou nebyla

nakonec použita, tak dosahuje uspokojivých výsledků pro vyjádření vztahu tloušťka – výška (Del Valle, Vélez, 2007). Každopádně pro výpočet objemu porostů ořešáku černého byla vybrána právě Korfova růstová funkce.

5.2.2. Střední kmen

Pro zjištění závislosti tloušťky a výšky ORC na věku je nejprve nutné určit střední hodnoty v jednotlivých zkusných plochách. Střední tloušťka je počítána z průměrné kruhové základny (Šmelko, 2000).

Jde o tloušťku kmene, který má průměrnou kruhovou základnu, čili který reprezentuje kruhovou základnu všech stromů v porostu. K jejímu určení je třeba vypočítat kruhovou základnu G celého souboru N stromů, stanovit jejich průměrnou hodnotu dle vzorce

$$\bar{G} = \frac{G}{N} \quad (4)$$

a k ní hodnotu střední tloušťky podle vzorce

$$d_g = \sqrt{\frac{4\bar{G}}{\pi}} \quad (5)$$

Výpočet se dá zjednodušit vzorcem váženého kvadratického průměru

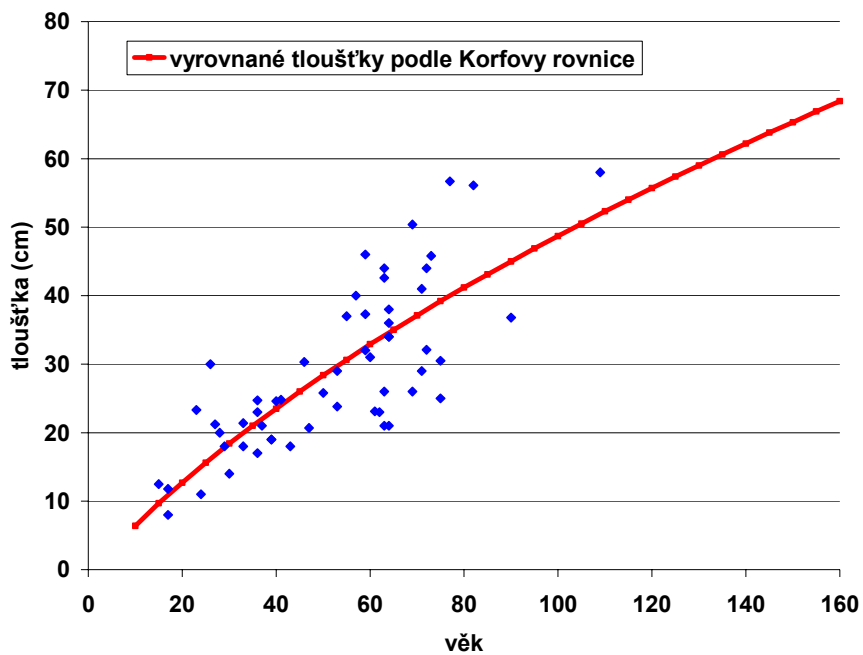
$$d_g = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k n_j \cdot d_j^2}{\sum_{j=1}^k n_j}} \quad (6)$$

Střední tloušťka d_g zohledňuje tloušťky jednotlivých stromů druhou mocninou jejich hodnot a podchycuje nejen jejich velikost, ale i jejich variabilitu.

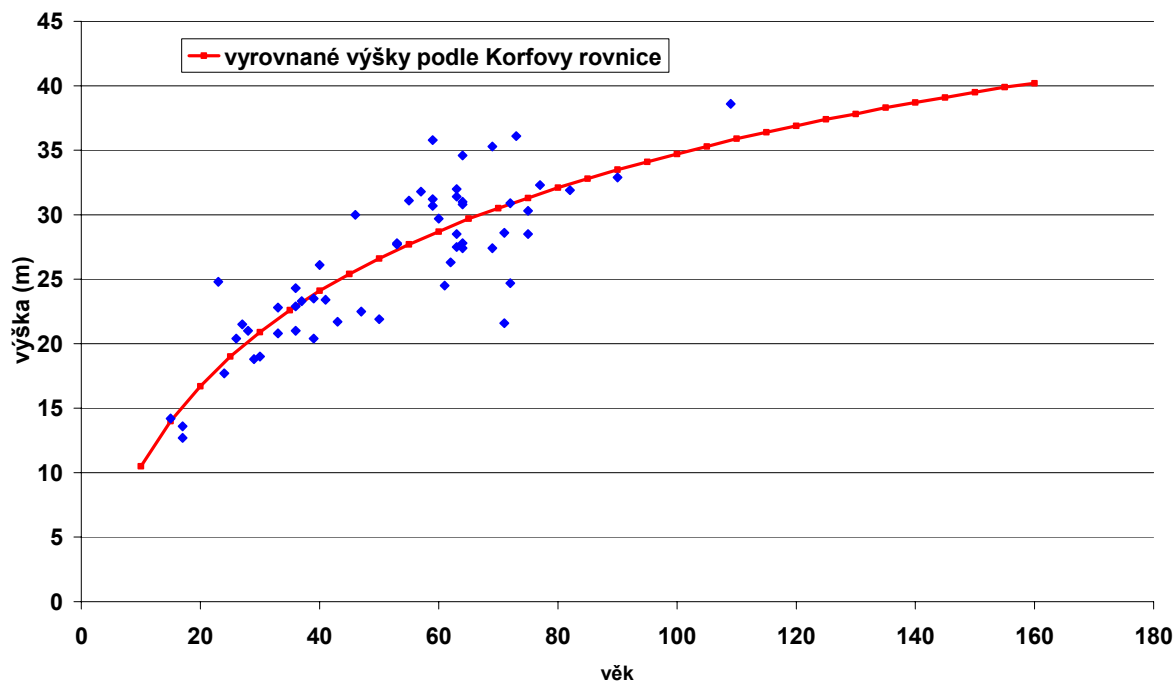
Pro zjištění střední výšky je využit výškový grafikon, tedy regresní vyrovnání výšek porostu. Pro vyrovnání bylo použito logaritmické funkce (Šmelko, 2000) a po dosažení středního kmene byla podle dané regresní rovnice vypočtena střední výška stromů na dané zkusné ploše.

5.2.3. Vyrovnání tlouštěk a výšek

Pro vyrovnání tlouštěk a výšek středních kmenů na jednotlivých zkusných plochách byla použita Korfova růstová rovnice (graf 11, 12).



Graf 11: Vyrovnané střední tloušťky pomocí Korfovy růstové rovnice



Graf 12: Vyrovnané střední výšky pomocí Korfovy růstové rovnice

Pro vytvoření křivky vyrovnaných středních tloušťek byly zjištěny tyto parametry Korfovy růstové rovnice: $A = 9624,6079$, $k = 1,4228$, $n = 1,14077$ s koeficientem determinace 0,5965 a pro vytvoření křivky vyrovnaných středních výšek byly zjištěny tyto parametry: $A = 91,706$, $k = 1,692075$, $n = 1,349124$ s koeficientem determinace 0,7198.

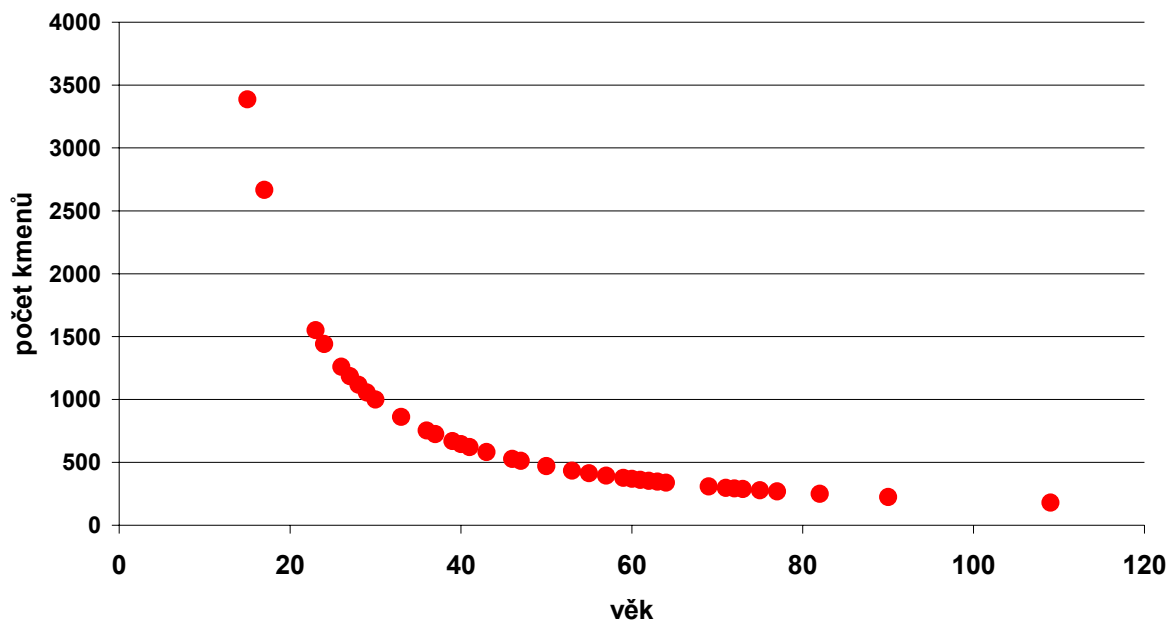
5.2.4. Počet kmenů

Na základě měření je možné určit počet kmenů na 1 ha a průměrné hodnoty středního kmene v závislosti na věku. Pro vyrovnání počtu kmenů v čistých porostech je vhodné využít reciprokou Korfovu funkci (Chroust, 2001) (7).

$$N(t) = \frac{1}{A \cdot \exp(k/1-n \cdot t^{1-n})} \quad (7)$$

Po vyrovnání (graf 13) jsou výsledkem počty kmenů na ha a díky rovnici je optimální počet kmenů určen v jednotlivých věkových stupních.

Vyrovnání počtu kmenů v závislosti na věku



Graf 13: Vyrovnání počtu kmenů v závislosti na věku

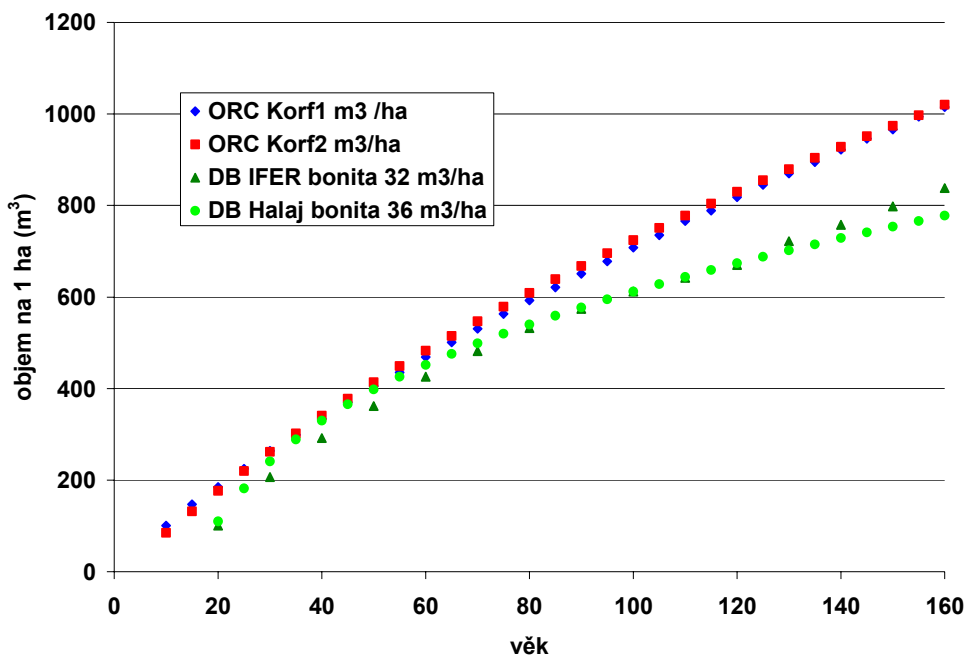
Parametry dané Korfovy funkce pro určení závislosti úbytku počtu stromů v čase jsou $A = 0,2455315$, $k = 4,245779$, $n = 1,288849$ a koeficient determinace je 0,8428088.

5.2.5. Určení objemu porostů ORC na 1 ha

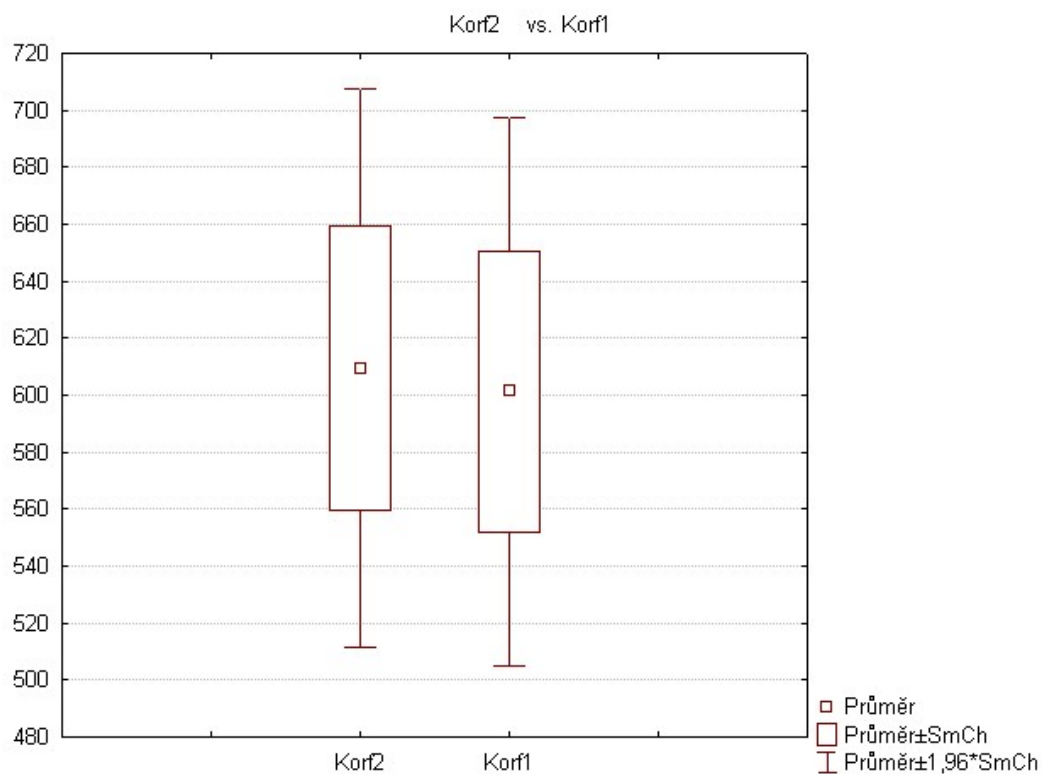
Podle vyrovnaných středních tloušťek a výšek, výtvarnicové výšky a počtu kmenů na 1 ha může být spočítán objem porostů ORC na 1 ha. Druhou metodou je přímý výpočet objemu stromů na zkušných plochách a poté vyrovnaní pomocí Korfovy růstové funkce. V tomto případě dostaneme parametry funkce $A = 59104,2807$, $k = 1,67985$, $n = 1,17245$ s koeficientem determinace 0,5809.

Obě dvě metody byly použity a porovnány spolu s údaji růstových tabulek pro dub. První metoda, výpočet podle vyrovnaných dendrometrických údajů, byla nazvána Korf1 a druhá metoda Korf2 (graf 14). Obě metody byly testovány párovým testem a není mezi nimi rozdíl při pravděpodobnosti $p < 0,05$ (graf 15).

Porovnáme-li růst ORC s růstovými tabulkami DB různých autorů (Černý et al, 1996; Halaj, 1987) (graf 14), docházíme k výsledku, že růst ORC se ve vyšším věku odlišuje. Hlavní změna v růstu objemu je ve věku 20 – 80 let, kdy křivka růstu ORC je plošší.



Graf 14: Porovnání objemů ORC a DB porostů na 1 ha podle různých zdrojů dat



Graf 15. Vyhodnocení rozdílů mezi oběma metodami výpočtu objemů porostů ORC

Jelikož výpočet objemu porostu je dán objemem jednoho kmene na základě tloušťky a střední výšky a počtem kmenů, lze tedy sestavit tabulku pro taxaci porostů. Tabulka byla zaokrouhlena na celé metry krychlové (tab. 12).

																		výška
836	852	869	889	915	945	970	960	984	1009	1037	1045	1070	1094	1104	1118	1130		40
812	827	844	864	891	920	942	934	957	982	1008	1017	1042	1063	1074	1087	1100		39
787	803	821	839	866	894	914	908	931	955	979	989	1013	1034	1044	1057	1070		38
763	778	796	815	840	868	886	882	904	928	951	961	984	1004	1014	1027	1039		37
739	754	771	790	815	841	858	856	878	902	923	933	955	975	984	996	1010		36
715	730	747	766	791	815	830	830	850	874	895	905	927	944	954	966	980		35
691	707	722	741	766	791	802	804	824	847	867	877	899	914	924	936	950		34
667	683	699	718	740	764	776	778	798	821	838	849	871	885	896	906	920		33
643	659	675	693	715	738	749	753	772	794	811	822	841	855	866	876	890		32
619	635	650	669	691	713	721	727	746	767	783	795	813	827	837	847	861		31
596	612	626	644	666	687	694	702	719	740	756	767	785	797	807	816	831		30
572	588	604	622	641	661	667	676	693	714	728	740	757	768	778	787	801		29
551	566	580	598	616	637	640	651	667	688	700	712	729	739	748	758	771		28
527	543	556	573	593	611	613	625	641	661	673	685	701	710	719	727	741		27
504	519	532	549	569	586	587	600	616	635	645	658	673	681	690	698	713		26
481	496	508	527	544	561	560	575	590	609	617	630	645	653	661	669	683		25
458	473	486	503	519	535	535	549	563	582	591	603	618	623	632	640	654		24
436	450	463	479	495	512	509	524	538	556	563	576	590	594	603	611	624		23
413	429	440	456	472	487	483	499	513	529	537	550	562	566	575	581	595		22
391	406	416	434	448	462	457	474	487	504	510	523	534	538					21
369	383	395	410	424	437	432	449	462	479	483								20
347	361	372	387	400	412	406	425											19
325	339	349	364	378														18
303	317																	17
																		16
																		15
																		14
																		13
																		12
																		11
																		10
48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80		

tloušťka

5.2.6. Diskuse

Při použití Korfovy růstové funkce můžeme porovnat výsledky pro celé PLO a výsledky jen z LS Strážnice z hlediska výškového růstu, který byl vyrovnán právě Korfovou rovnicí. Šálek a Zahradník (2010) udávají parametry pro rovnici výškového růstu pro LS Strážnice $A = 49,0482$, $k = 5,34482$, $n = 1,67075$. Kdežto pro vytvoření křivky vyrovnaných středních výšek byly zjištěny tyto parametry: $A = 91,706$, $k = 1,692075$, $n = 1,349124$. Jelikož parametr A udává asymptotu, tedy hodnotu výšky, kterou podle rovnice nelze překročit, tak z měřených dat jsou zřejmé rozdíly mezi asymptotou jen u LS Strážnice a u celého PLO. Rozdíl pravděpodobně padá na vrub rozdílnému počtu měření, kdy u LS Strážnice byla sebrána data jen z 31 ploch, kdežto u celé PLO č. 35 z 63 ploch.

Pokud srovnáme vypočtené výsledky objemu porostu na 1 ha a porovnáme je s výsledky již provedených prací, dostáváme zřetelné rozdíly v údajích (tab. 13).

Tab. 13: Porovnání objemů ořešáku černého a dalších lužních dřevin na 1 ha podle různých zdrojů

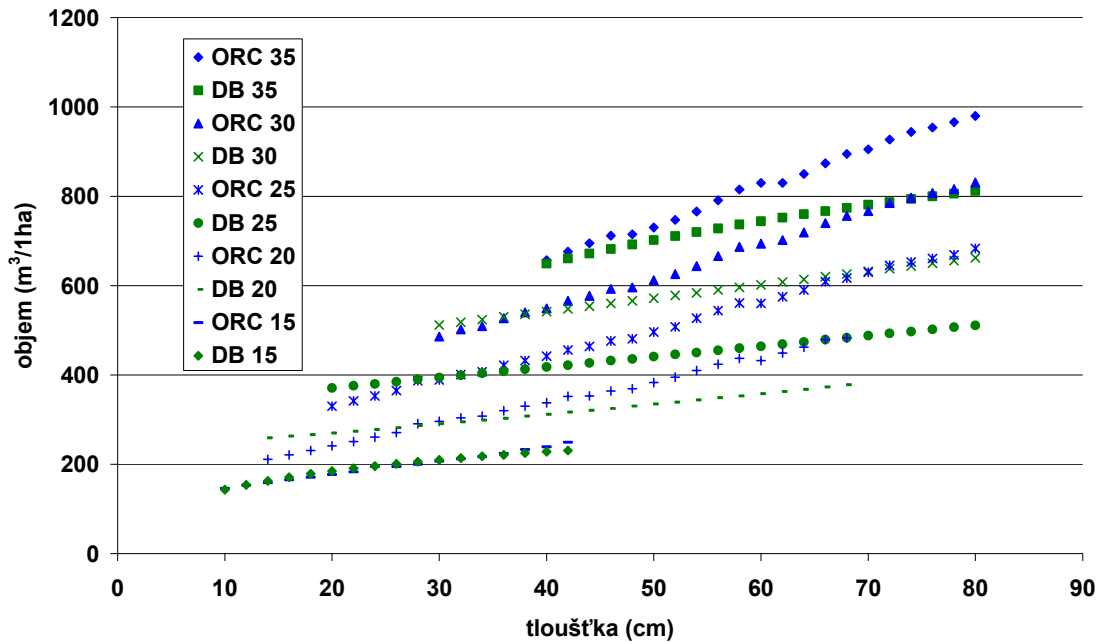
	20 roků	40 roků	60 roků	80 roků	100 roků
Ořešák černý měřená data Korf1	185	334	469	593	708
Ořešák černý měřená data Korf2	177	341	483	609	724
Ořešák černý (PRUDIČ, 1991)	48	195	407		
Ořešák černý (TOKÁR, KREKULOVÁ, 2005)		202 (39 roků)	454 (64 roků)		
Ořešák černý (HRIB, 2005)	120	280	400	480	555
Jasan bonita +1 (SCHWAPPACH, 1919 in LESPROJEKT, 1981)	80	275	380	448	492
Dub bonita +1 (AVB 32) (ČERNÝ <i>et al</i> , 1996)	101	292	426	532	612
Dub bonita +1 (AVB 36) (HALAJ, 1987)	110	330	452	540	612

Podle vypočítaných výsledků dosahuje ORC vyšší produkce než ostatní druhy rostoucí na lužních půdách s výjimkou topolů. Rozdíl v objemu na 1 ha mezi ORC a DB je přibližně 100 m³ a mezi ORC a JS skoro 200 m³. Rozdíl mezi objemem porostů ORC z vlastního měření a objeme ORC uváděnými jinými autory je pravděpodobně způsoben jinými metodami získávání vstupních dat. Prudič (1991) ve své práci využil data z lesního hospodářského plánu a Hrib (2005) neuvádí ani zdroj dat ani rovnici vyrovnávající křivku vývoje zásob v čase. Nicméně Hrib *et al* (2003) analyzoval jednu dospělou porostní skupinu ORC v oblasti Židlochovice a zásoba porostu na 1 ha zjištěná po mýtní těžbě byla 755 m³ s.k. ve 107 letech, což plně odpovídá modelovému zjištění podle zkusných ploch. Tato zásoba mýtního porostu je navíc výrazně odlišná od údaje v lesním hospodářském plánu, který uvádí jen zásobu 574 m³ s.k. na 1 ha ve 107 letech (Hrib *et al*, 2003).

Ostatní autoři (Pedlar *et al*, 2007; Ares, Brauer, 2004; Nicolescu, 1998) analyzující růst ORC používají střední výšku a bonitu pro vyhodnocení růstových možností, nikoliv zásobu porostů. Porovnáním růstu podle střední výšky dosahuje ORC v dané lokalitě také zřetelně lepších výsledků než ORC podle těchto prací (Šálek, Hejčmanová, 2011). Ferell a Lundgren (1976) odvodili parametry pro funkci popisující objem ORC podle dat zjištěných Kellogem (1940 in Ferell, Lundgren (1976)), ale jen pro objem jednoho stromu.

Jestliže prvotní byla hypotéza o rozdílnosti ORC a DB, je nutné zjistit rozdíl mezi tabulkovou hodnotou DB (ÚHÚL, 1990) a ORC (Graf 16). Pro toto porovnání byly zvoleny referenční výšky 15, 20, 25, 30 a 35 m ve svém spektru tlouštěk.

Porovnání tabulek objemů porostů ORC a DB



Graf 16. Porovnání tabulek objemů porostů ORC a DB

Z porovnání tabulek objemu porostů vyplývá, že ORC má velmi podobné zásoby mezi tloušťkami 20-40 cm a výškami 20-30 metrů, tedy hodnoty, které se v současné době v porostech ORC nejvíce vyskytují. Nicméně se stoupající tloušťkou a výškou se rozdíly zvětšují a v podstatě kopírují rozdíly vývoje zásob v čase mezi ORC a DB. To je důležité pro výhled zásob a těžeb do budoucna a jeví se nezbytné používat lokálních tabulek objemu jednoho kmene či objemu porostů pro zjištění skutečných zásob porostů pro ořešák černý a to zejména z důvodu vysokých cen za ořešákové dříví.

5.3. Smíšené porosty ORC

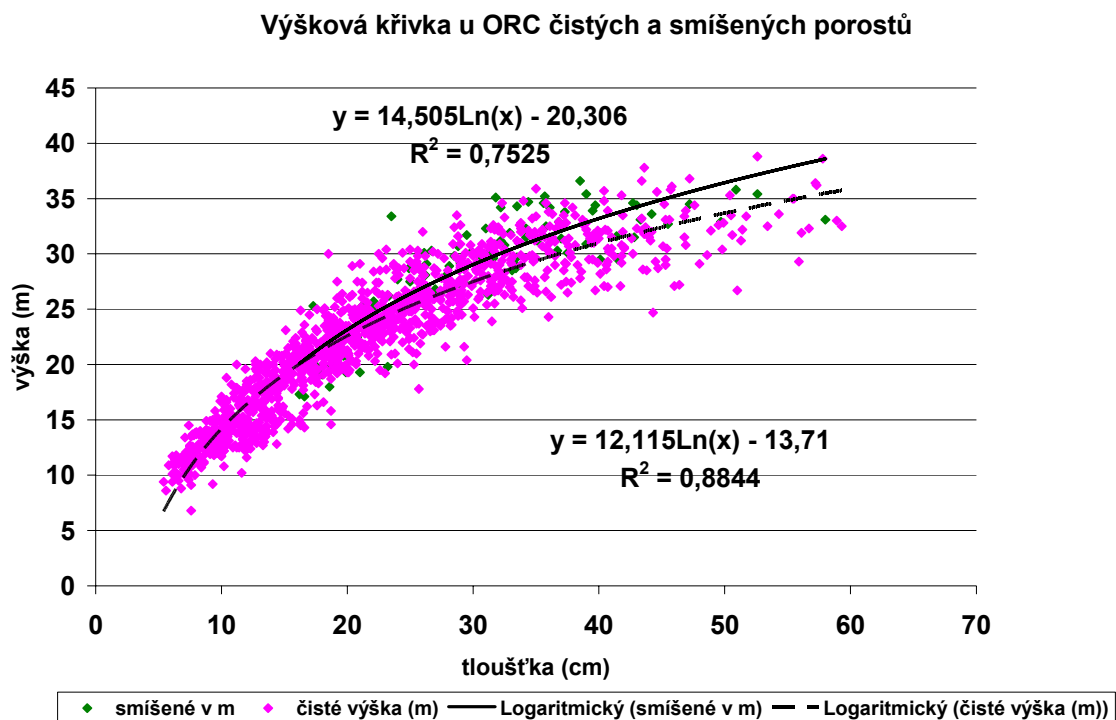
5.3.1. Výsledky

ORC je pěstován v čistých porostních skupinách či ve směsích a to převážně skupinově smíšený, neboť silně konkuruje ostatním lužním světlomilným dřevinám DB a JS. Z hlediska hospodářské úpravy je ale nutné při jeho obnově uplatnit minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin (MZe, 1996a).

V našich podmínkách vytváří ORC smíšené dvouetážové porosty se stínásnejícími dřevinami lužních lesů, zejména s lípou, dále s habrem, babykou a javorem jasanolistým. Vzhledem k důležitosti tvorby smíšených porostů kvůli uplatnění melioračních a zpevňujících dřevin (MZD) je nutné zjistit taxační charakteristiky ORC v těchto porostech. Pro tyto účely

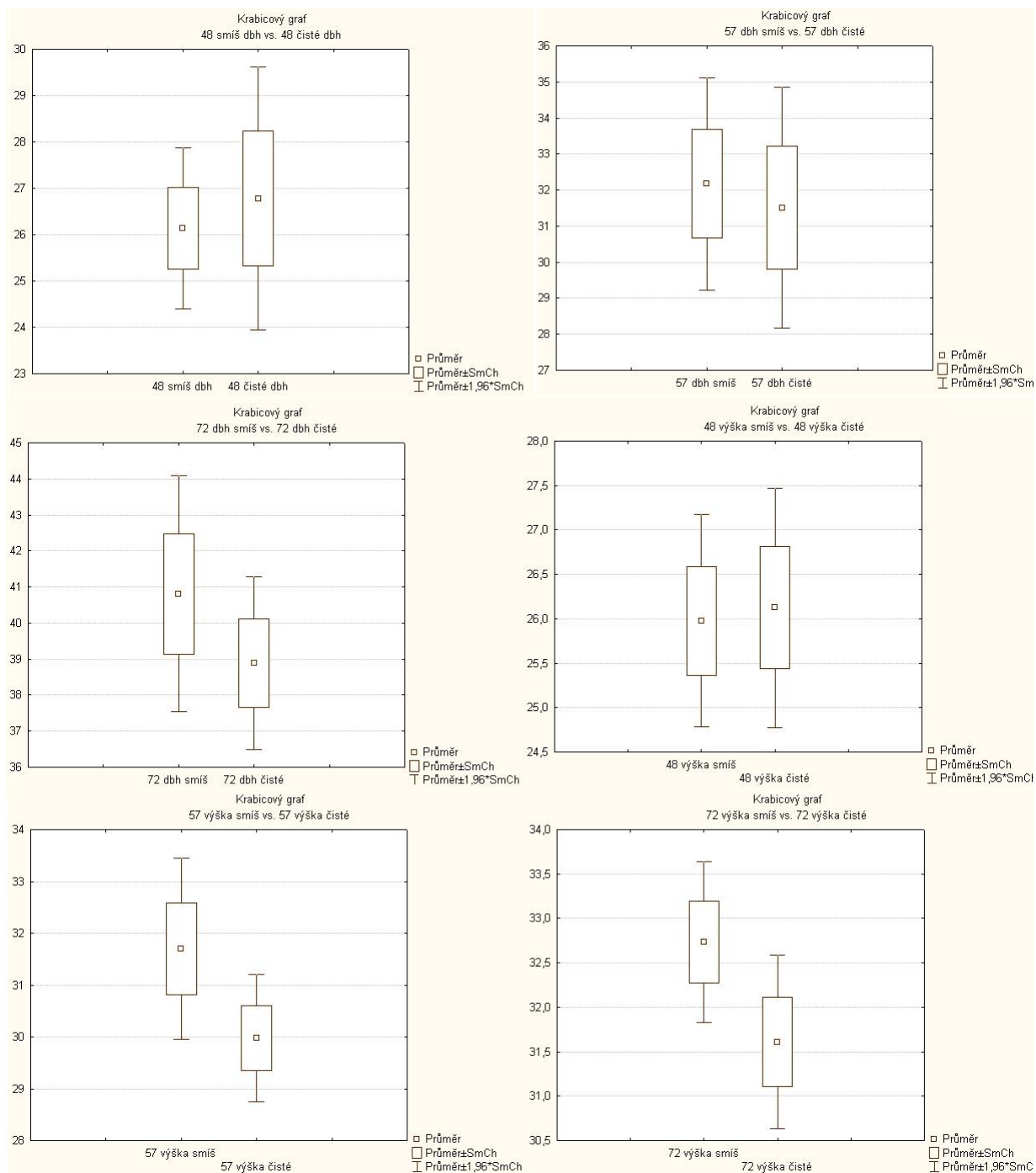
byly stanoveny zkušné plochy ve smíšených porostech ORC s LP na LS Strážnice (kap. 4.2.2.).

Jako výchozí analýza byly porovnány výškové křivky ORC v čistých porostech a v porostech smíšených (Graf 17). Pro porovnání byla použita logaritmická funkce, stejná jako byla použita pro srovnání populací v oblasti Strážnice a v oblasti Židlochovice (Šálek, Hejčmanová, 2011).



Graf 17: Výšková křivka u ORC čistých a smíšených porostů

Z porovnání vyplývá, že ORC vykazuje v dospívajících porostech vyšší výšky k příslušným tloušťkám, i když statistické porovnání pravděpodobně neodhalí rozdíly (graf 18). Při porovnání tloušťek a výšek smíšených a čistých porostních skupin ORC ve stejném věku (48, 57 a 72 let) se větší difference objevují jen u tloušťek ve věku 72 let a u výšek ve věku 57 a 72 let, vždy ve prospěch smíšených porostů.



Graf 18: Porovnání tlouštěk a výšek smíšených a čistých porostních skupin ORC

Pro výpočet zásob byly již použity objemové tabulky ORC, lípa byla kalkulována podle standardních objemových tabulek ÚLT (UHUL, nedatováno). Pro porovnání s čistými porosty byly použity taxační tabulky ORC, u kterých byla zjištěna zásoba pro příslušný věk (Graf 19). K vyrovnání dat byla použita logaritmická funkce (8).

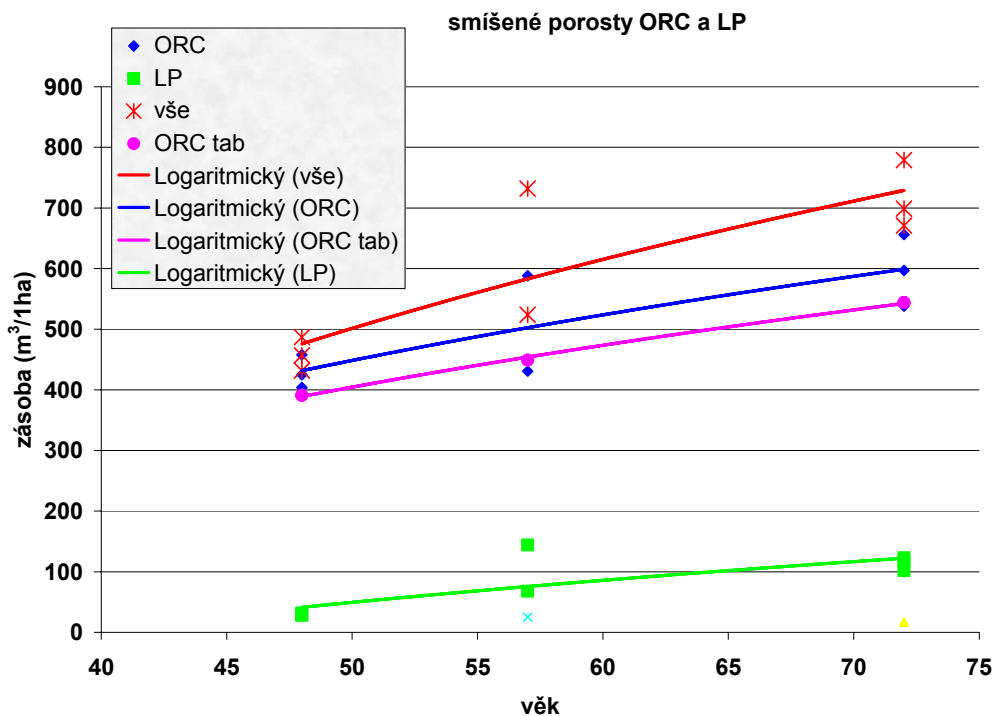
$$y = a \cdot \ln(x) + b$$

(8)

x – věk

ln – přirozený logaritmus

a, b – parametry rovnice



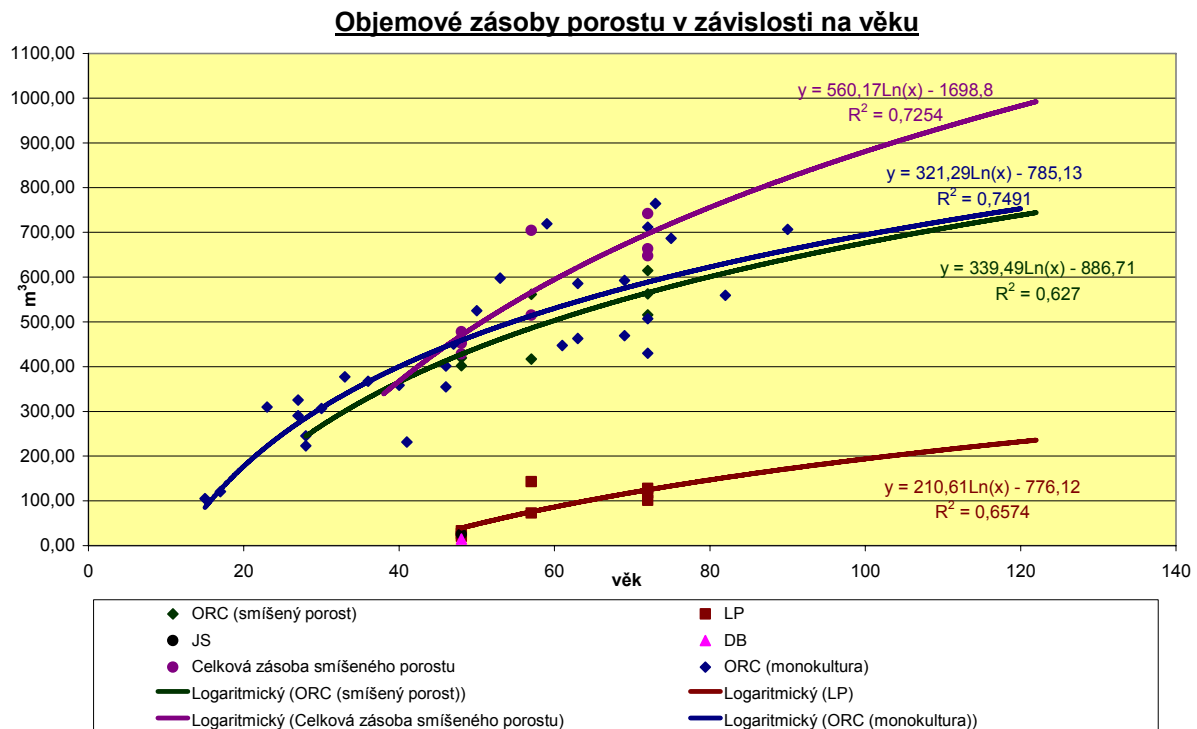
Graf. 19: Porovnání zásob smíšených porostů ORC a LP s čistými porosty ORC

5.3.2. Diskuse

Z grafu 18 je patrné, že tak jako u porovnání výšek ve vztahu ke tloušťkám ORC u smíšených porostů dosahuje vyšší produkce, pokud vezmeme jen čistě ORC. Velké zvýšení zásob je díky LP, která vytváří druhou etáž a nezasahuje do korunové úrovně ORC. Tím vytváří vyšší vyplnění prostoru, což se odráží i ve velkém zakmenění (průměr z 8 ploch 14). Pokud u smíšených porostů vezmeme redukovanou plochu ORC, tak dosahuje hodnoty 0,9866 (zakmenění ORC 10). U LP je redukovaná plocha 0,4166 (zakmenění 4). Z hlediska středních výšek je průměrná výška LP 46% výšky ORC (min. 37 a maximum 58%). To znamená, že LP skutečně vytváří jasnou druhou etáž a neohrožuje růst ORC. I když zvýšení produkce smíšených porostů o produkci LP je realizováno prakticky jen v sortimentech rovnáného dříví, případně paliva, pak i tato produkce má smysl z hlediska prodeje díky

poptávce po palivovém dříví. Při obnově tak lze využít pařezové výmladnosti LP, dosáhnout tím požadovaného procenta MZD a přitom se neochuzovat o produkční prostor pro ORC.

Rozdílům v produkci smíšených a čistých porostů se věnoval také Zeman (2011) na LS Strážnice, který pro výpočet objemů jednotlivých kmenů ORC použil objemové tabulky pro DB. Z jeho výsledků je patrné, že vývoj zásob v čase u ORC čistých a smíšených porostů je téměř totožný (graf 20), ale větší zásoba smíšených porostů padá na vrub lípy, která vytváří další zásobu porostů, přestože roste hluboko v podúrovni.



Graf 20. Rozdíl ve vývoji zásob porostů smíšených a čistých porostů ORC (Zeman, 2011)

Je tedy zřejmé, že ORC může růst ve smíšených porostech, kdy LP podporuje jeho růst a samočisticí schopnost pro dosažení kvalitního dříví. Clark et al (2008) konstatují u příbuzného druhu ořešáku královského, že pěstování světlomilné dřeviny v širším sponu vytváří problémy ohledně samočištění od větví a tento stav snižuje cenu dříví. Proto je nutné pěstovat ořešák královský ve smíšení se stínšnějšími dřevinami. Toto tvrzení platí analogicky i pro ořešák černý. Prudič (1991) také uvádí, že prořezávání ORC naznačuje, že nesmíšené kultury nejsou nejvhodnější pro jeho pěstování. Příměs listnáčů, především lípy a habru, má kladný vliv na růst ORC a přispívá k využití stanoviště.

6. Časová úprava porostů ORC

Časová úprava lesa je soubor poznatků a opatření zaměřených na časové uspořádání hospodaření v lese. Úkolem je stanovit kategorii věků ve vztahu k vývoji porostů, stanovit zralost stromů a porostů, vytvořit rámce jednotlivých hospodářských opatření, zejména ve vztahu k obnově porostů a jejich souborů (Simon, Vacek, 2008). Doležal et al. (1969) zahrnuje mezi cíle časové úpravy lesů dosáhnout co nejdříve a bez hospodářských obětí uvedení lesních porostů na stav maximální hmotové a hodnotové produkce v daných podmínkách přírodního prostředí a v daných podmínkách provozně-technických. Dále je jejím cílem zajistit takové časové uspořádání porostů, aby při těžební úpravě byl zachován přiměřený stupeň hospodářské kontinuity. Vzhledem k tomu, že v současné době je čistě produkční hledisko doplněno mimoprodukčními cíli, pak časová úprava lesa řeší časový rámec pro dosažení všech funkcí lesa (Žihlavník, 2005).

Předpokladem dosažení ostatních funkcí lesa je definování cílové představy lesa a tím i metod jejího dosažení. Základním aspektem je diferenciací růstového období lesa na růstové fáze u lesa uměle založeného a vývojové fáze přírodního lesa (Simon, 2010). U hospodářských porostů ORC se tedy jedná o fáze růstové, protože ORC jako nepůvodní dřevina byl zaveden do lesů v ČR jen pro své hospodářské výsledky. Vylisuje se tak 7 růstových fází v rámci umělé obnovy: 1. založená kultura, 2. odrostlá kultura, 3. mlazina, 4. tyčkovina, 5. tyčovina, 6. kmenovina nastávající a 7. kmenovina vyspělá. Jsou vymezena tak, aby určitý pěstební výkon v převládajícím rozsahu patřil jedné růstové fázi.

Nicméně obecně je i u tak intenzivního hospodářského lesa nutné použít pro plánovací činnost atributy cílové představy lesa, což je obraz lesa hodnocený na základě stanovených, změřených a zhodnocených biometrických veličin a dalších parametrů a charakteristik. Základními atributy jsou:

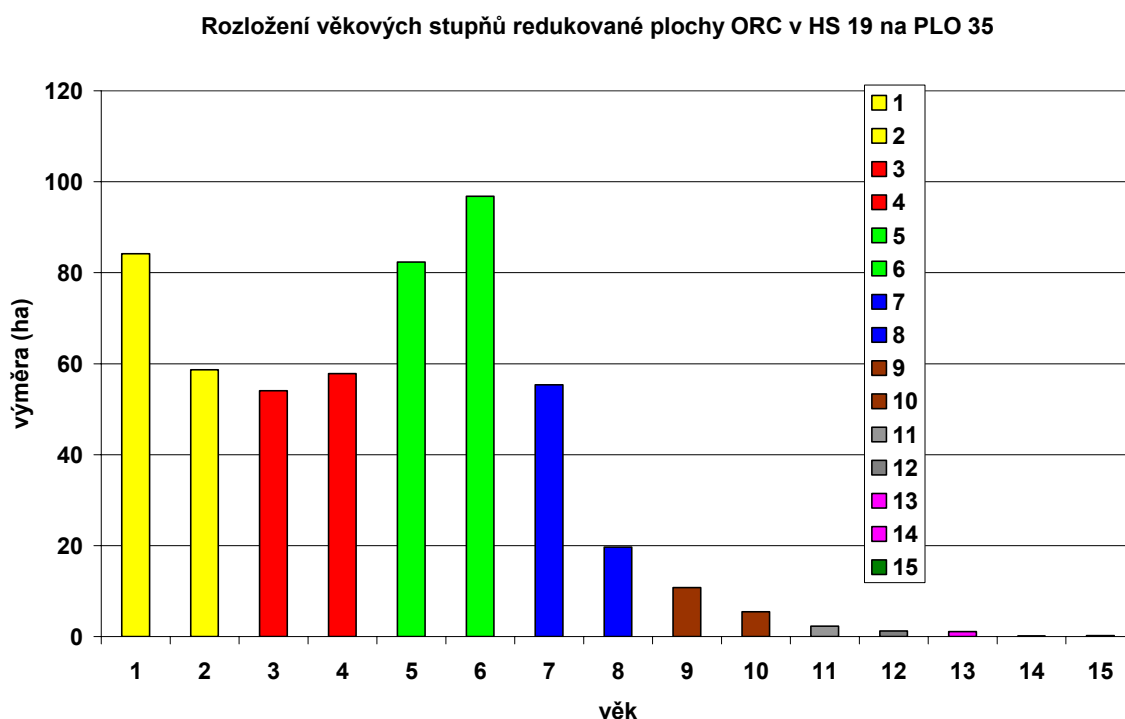
- Dřevinná skladba porostu – souhrnně, případně v členění
- Struktura a textura porostu
- Věková diferenciací porostu, případně porostních skupin
- Střední a průměrné taxační biometrické veličiny (výška, tloušťka, zásoba, kruhová základna atd.) v diferencovaných částech porostů
- Kvalitativní porostní charakteristiky

Uvedená struktura atributů vytváří širokou škálu charakteristik s možností výběru v závislosti na cíli hospodaření a přírodních a porostních podmínkách (Simon, 2010).

V rámci časové úpravy lesa ORC porostů je věk brán jako základní pojem, i když k němu ve fázi stanovení obmýtí bude přiřazena cílová výčetní tloušťka. A to z důvodu, pro který byl ORC introdukovan do ČR. ORC má dosáhnout produkce mimořádně kvalitních sortimentů pro výrobu dých. Je tedy nutné dosažení určitých dimenzí, které splňují technické podmínky pro dýchárenské výřezy a stanovení kvalitativní mýtní zralosti a k tomu obmýtí.

6.1. Rozložení věkových stupňů ORC porostů

Vzhledem k rozdílným názorům uplatnění ORC a krátkodobosti jeho zavádění je rozložení věkových stupňů značně nepravidelné (Graf 21).



Graf 21: Rozložení věkových stupňů redukované plochy ORC v HS 19 na PLO 35

Zdrojová data byla z LHP LS Strážnice, LZ Židlochovice, LS Znojmo a dalších nestátních majetků k 1.1.2001. Z grafu je patrné, že nejvíce byl ORC introdukovan před 50-70 lety a poté v letech devadesátých minulého století. V současné době je jeho výsadba silně omezena pod tlakem orgánů ochrany přírody, neboť ORC je dřevinou nepůvodní, a tedy rozsah prvního věkového stupně bude velmi malý. Každopádně silný propad od 8 věkového stupně nesouvisí s dosavadním obmýtím 90 let, ale s malým rozsahem introdukce před 80 a více lety.

6.2. Mýtní zralost

Obečně je mýtní zralost takový stav porostů, kdy je z hlediska vytýčených hospodářských cílů nejvýhodnější jejich zmýcení. Vyjadřuje se věkem (Sequens, 2007). Kvantitativní mýtní zralost je věk, kdy porosty dosahují maxima celkového průměrného přírůstu (CPP). Věk kulminace CPP se určí interpolací celkového běžného přírůstu (Žihlavník, 2005; Davis et al, 2001). Hrib (2003) analyzoval výškový růst na vzornících ORC a dokladoval kulminaci výškového růstu ve velmi mladém věku (10 – 20 let). Ve své další práci (2005) konstatuje, že objemový růst ořešáku na vzornících nemá v rámci analyzovaného věku (110 let) inflexní bod a nenastává zpomalení objemového přírůstu.

Na základě měření zkusných ploch a vyrovnání dat (kap. 5.2.4.) lze určit úbytek stromů v jednotlivých věkových intervalech a tedy z logiky věci na základě těchto dat i ideální celkový průměrný přírůst a celkový běžný přírůst, neboť předpokládáme úbytek stromů v rámci vývoje porostů.

K výpočtu CBP bylo použito vzorce (9):

$$CBP = Z_2 + T - Z_1/t \quad (9)$$

Z_2 - zásoba na konci intervalu

T – suma probírek (v daném případě objem stromů na základě úbytku počtu jedinců během intervalu t)

Z_1 – zásoba porostu na počátku intervalu

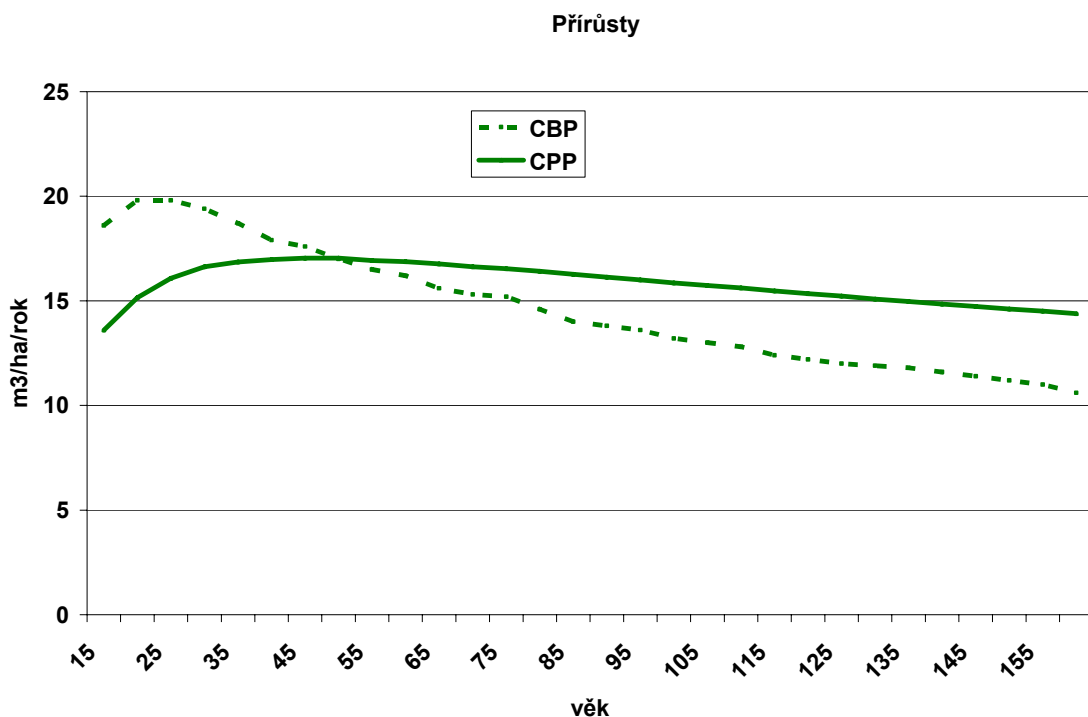
t - počet let intervalu

Výsledky jsou uvedeny v tabulce 14.

Tab. 14: Výpočet CBP a CPP na základě modelových dat

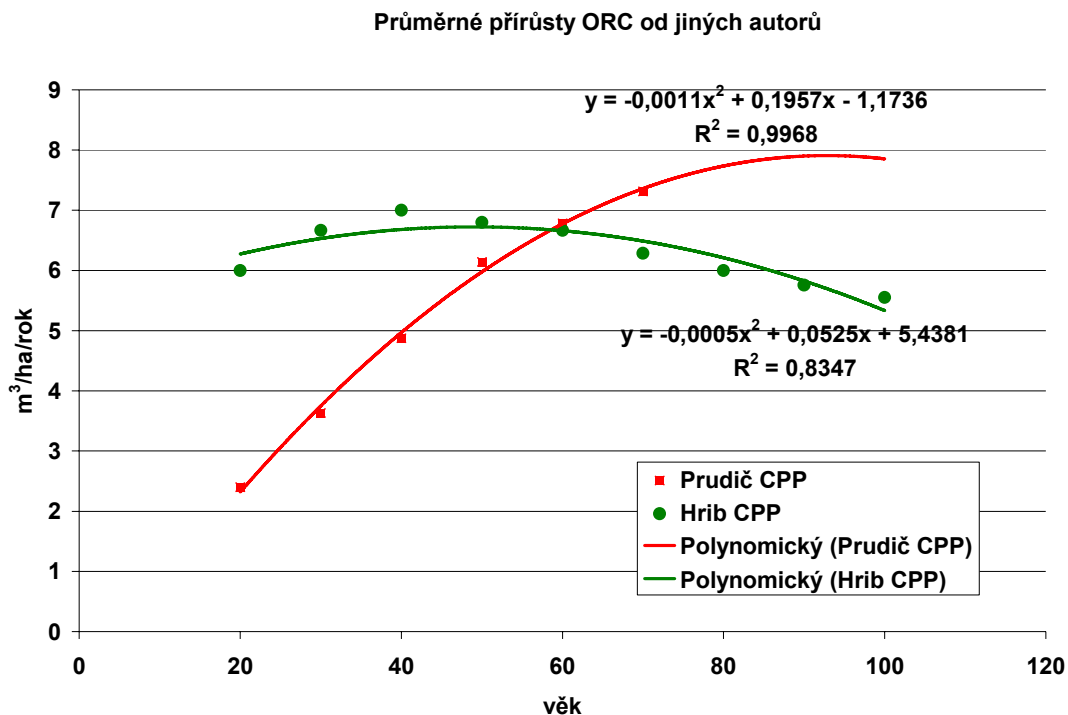
věk	tloušťka	výška	m ³ 1 strom	N	m ³ celkem	rozdíl v N	rozdíl v m ³	úbytek v m ³	suma m ³ odstraněných stromů = T	Z2 + T	Z2+T-Z1	CBP	CPP
10	6,4	10,5	0,012979	7808	101			0	0				
15	9,7	14	0,043335	3386	147	4422	46	57	57	204	103	18,6	13,6
20	12,7	16,7	0,09352	1981	185	1405	38	61	118	246	99	19,8	15,2
25	15,6	19	0,167042	1346	225	635	40	59	177	284	99	19,8	16,1
30	18,4	20,9	0,263609	1000	264	346	39	58	235	322	97	19,4	16,6
35	21	22,6	0,380236	787	299	213	35	56	291	355	91	18,7	16,9
40	23,5	24,1	0,517791	645	334	142	35	54	345	388	89	17,9	17
45	26	25,4	0,679455	544	370	101	36	52	397	422	88	17,6	17
50	28,4	26,6	0,861238	470	405	74	35	50	447	455	85	17	17
55	30,6	27,7	1,053447	413	435	57	30	49	496	484	79	16,5	16,9
60	32,9	28,7	1,27567	368	469	45	34	47	543	516	81	16,2	16,9
65	35	29,7	1,507635	332	501	36	32	46	589	547	78	15,6	16,8
70	37,1	30,5	1,75403	303	531	29	30	44	633	575	74	15,3	16,6
75	39,2	31,3	2,024779	278	563	25	32	44	677	607	76	15,2	16,5
80	41,2	32,1	2,308952	257	593	21	30	43	720	636	73	14,6	16,4
85	43,1	32,8	2,596817	239	621	18	28	42	762	663	70	14	16,3
90	45	33,5	2,906636	224	651	15	30	39	801	690	69	13,8	16,1
95	46,9	34,1	3,229642	210	678	14	27	41	842	719	68	13,6	16
100	48,7	34,7	3,558893	199	708	11	30	36	878	744	66	13,2	15,9
105	50,5	35,3	3,908634	188	735	11	27	39	917	774	66	13	15,7
110	52,3	35,9	4,279387	179	766	9	31	35	952	801	66	12,8	15,6
115	54	36,4	4,640802	170	789	9	23	39	991	828	62	12,4	15,5
120	55,7	36,9	5,020706	163	818	7	29	32	1023	850	61	12,2	15,3
125	57,4	37,4	5,419468	156	845	7	27	35	1058	880	62	12	15,2
130	59	37,8	5,801495	150	870	6	25	33	1091	903	58	11,9	15,1
135	60,6	38,3	6,215836	144	895	6	25	35	1126	930	60	11,8	15
140	62,2	38,7	6,631183	139	922	5	27	31	1157	953	58	11,6	14,9
145	63,8	39,1	7,063126	134	946	5	24	33	1190	979	57	11,4	14,7
150	65,3	39,5	7,488099	129	966	5	20	35	1225	1001	55	11,2	14,6
155	66,9	39,9	7,953119	125	994	4	28	30	1255	1024	58	11	14,5
160	68,4	40,2	8,389128	121	1015	4	21	32	1287	1047	53	10,6	14,4

Je nutno zdůraznit, že se jedná o modelová data a nikoliv o měření na trvalých zkušných plochách, které je nezbytné pro tvorbu růstových tabulek. Nicméně průběh křivek modelových dat odpovídá předpokladům o růstu stromů (Priesol, Polák, 1991) a odpovídá křivkám uvedeným pro stanovení kvantitativní mýtní zralosti (graf 22). Také v tomto případě celkový běžný přírůst protíná křivku celkového průměrného přírůstu v 50 letech.



Graf 22: Stanovení přírůstů na základě modelového vyhodnocení dat ze zkušných ploch

Z grafu 20 vyplývá, že maximum objemové produkce, tedy nejvyšší celkový průměrný přírůst je u ORC ve věku 51 let. Pokud bychom vzali v potaz Prudičovy (1991) zásoby porostů ORC na 1 ha a vyhodnotili je, tak by průměrný přírůst kulminoval v 88 roce věku porostů, počítáno jako maximum kvadratické funkce (polynomu 2 stupně), kterým jsou proložena jeho data (graf 23) a první derivace rovnající se 0 určí maximum funkce. Stejně tak lze proložit i výsledky z Hribovy práce (Hrib, 2005).



Graf 23: Průměrné přírůsty ORC na základě dat jiných autorů

V tomto věku ale ORC nedosahuje takové technické kvality, aby bylo možné použít tohoto věku pro stanovení obmýtí. Je tedy nutné vzít v úvahu další mýtní zralosti, zejména mýtní zralost kvalitativní, kdy je dosažen takový věk porostu, při kterém porost dosáhne vlastností nejvíce odpovídajícím dimenzím požadovaných sortimentů (Žihlavník, 2005).

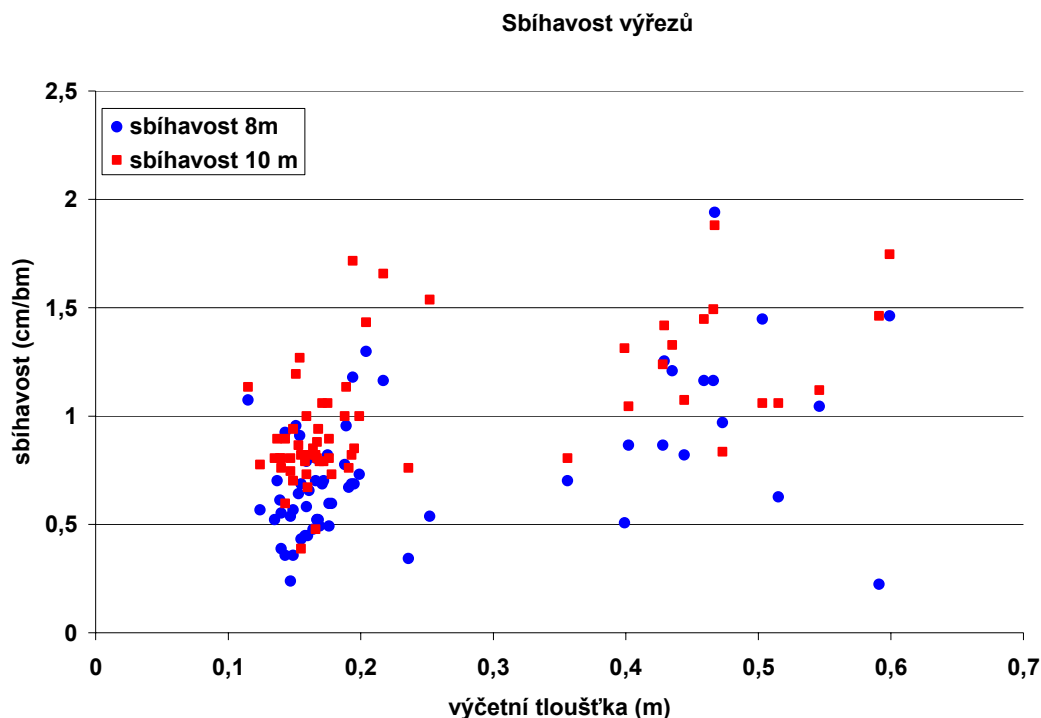
6.2.1. Parametry dýhárenských výřezů

Parametry sortimentů dříví se do roku 1990 posuzovaly podle schválené normy, od roku 1990 jsou předmětem dohody mezi odběratelem a dodavatelem. V rámci aplikace evropských předpisů a uzancí byla vytvořena doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice (MZe, 2002). Tato pravidla jsou doporučena Ministerstvem zemědělství a Ministerstvem průmyslu a obchodu k praktickému používání při obchodování s dřívím v rámci ČR.

Dýhárenské výřezy pro výrobu krájené dýhy musí mít minimální rozměr na čepu 45 cm bez kůry, šířku letokruhů do 4 mm a minimální délku 2,7 m. Z hlediska vad dříví se nepovolují suky, trhliny, excentrická dřeň, vady způsobené houbami a napadení hmyzem. Sbíhavost je povolena pouze 1 cm na 1 metr délky.

6.2.2. Odvození potřebných charakteristik pro dýhárenské výřezy ORC a stanovení technické zralosti

Mimo žádaných dimenzí je nutné šetřit sbíhavost. Byly zvoleny délky klád 8 a 10 m počítáno od pařezu. Na základě měření sekcí vzorníků bylo dosaženo těchto sbíhavostí (graf 24). Aby byly eliminovány případné kořenové náběhy, byla počítána sbíhavost mezi tloušťkou ve výšce 1,3 m a tloušťkami ve výškách 8 a 10 m. Délka výřezů byla pochopitelně pro výpočet zkrácena o délku prsní výšky (1,3 m).



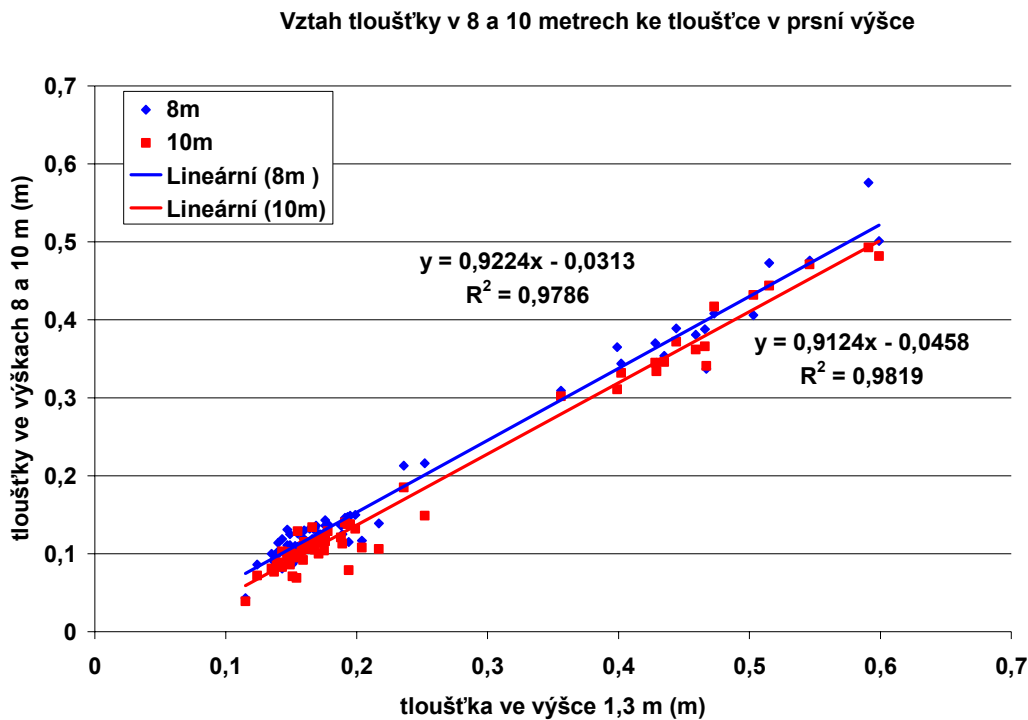
Graf 24: Sbíhavost výřezů na základě měření sekcí vzorníků ORC

Sbíhavost se pohybuje okolo mezní hodnoty přípustné pro dýhárenské výřezy. Průměrná hodnota u osmimetrových výřezů silných tlouštěk (nad 30 cm) je 1,01 cm a u desetimetrových výřezů silných tlouštěk 1,27 cm při směrodatných odchylkách 0,416 a 0,299. Je tedy patrné, že 10metrové výřezy nesplňují jeden z ukazatelů doporučených pravidel. I přes tento fakt bude variantně počítáno i s 10metrovými výřezy pro krájené dýhy z hlediska dimenzí.

Abychom mohli určit nutné dimenze, je nezbytné zjistit vztah mezi výčetní tloušťkou a tloušťkou čepu bez kůry. Kůru měřil Hrib (2003) a zjistil, že v 10 metrech kmene je plošný

procentický podíl kůry v průměru 20%. Navýšíme-li tedy cílovou tloušťku čepu 45 cm, respektive kruhovou základnu o 20%, zpětně tak můžeme zjistit žádanou tloušťku čepu s kůrou. Výsledek je, že minimální tloušťka čepu s kůrou činí 49 cm, což také odpovídá tloušťce kůry 2 cm na analyzovaných 3 vzornících (Hrib, 2003).

Ze změřených vzorníků dostaneme vztah mezi tloušťkou ve výčetní výšce a tloušťkami v délce (výšce) výřezů (Graf 25).



Graf 25: Vztah mezi tloušťkou v prsní výšce a tloušťkami čepů výřezů osmi a desetimetrových

Na základě měření vzorníků je dosaženo velmi vysoké závislosti mezi tloušťkou v prsní výšce a tloušťkami čepů výřezů. Korelační koeficient pro oba výřezy je prakticky totožný o hodnotě 0,99, což je v podstatě pevná závislost (Brož, Bezvoda, 2008). Lze tedy na základě regresních rovnic zjistit tloušťku v prsní výšce, kdy je reálné dosažení žádoucích dimenzí dýhárenských výřezů. U osmimetrového výřezu je nutné dosáhnout tloušťky 54 cm a u desetimetrového výřezu tloušťky 55 cm. To ovšem platí pro střední tloušťku, tedy jen pro část porostu. Pro 75% (horní kvartil) zastoupení kmenů žádaných dimenzí je nutné zvýšit hodnotu střední tloušťky. Pro daný výpočet se zjistí rozdíl mezi aritmetickým průměrem tlouštěk a průměrnou tloušťkou pro horní kvartil u zkusných ploch, kde se vyskytují silnější dimenze, tedy střední tloušťka aspoň 35 cm. Tento rozdíl se připočítá k mezní střední

tloušťce, nutné k dosažení kvalitních výřezů, tedy ke střední tloušťce 54 cm, respektive 55 cm.

Průměrný rozdíl mezi horním kvantilem a aritmetickým průměrem tlouštěk je 5,19 cm při směrodatné odchylce 1,95. Vzhledem k praktickému využití dat se rozdíl zaokrouhlí nahoru na celá čísla, tedy na číslo 6. Z toho vyplývá, že k dosažení aspoň 75% stromů s dimenzemi pro výřezy mimořádné kvality (dýchárenské výřezy A. třídy) je nutné dosáhnout střední výčetní tloušťky 60 cm pro výřez délky 8 metrů, respektive 61 cm pro výřez délky 10 m.

Ze vztahu věk a tloušťka (kap. 4.4.3.) odvodíme potřebný věk k dosažení žádané tloušťky. U osmimetrových výřezů je to 133 let a u desetimetrových 136 let. V rámci stanovení obmýetí nutného k dosažení stávajících sortimentů je stanoveno obmýetí 140 let pro ořešákové porosty HS 19 na PLO 35.

6.2.3. Obnovní doba

Obnovní doba je časový úsek ohraničený prvním a posledním obnovním zásahem na ploše celého obnovovaného porostu. Její délka závisí na současném stavu porostu, obnovních cílech a funkčním zaměření porostu (Simon, Vacek, 2008). Zavádění ORC je uskutečňováno pro jeho produkční vlastnosti, tedy z důvodů vysoké sklizně kvalitních sortimentů. Jelikož obmýetí je stanoveno na 140 let, je nutné tyto porosty sklidit v poměrně krátkém čase. Z toho důvodu je obnovní doba stanovena na 20 let, což vyhovuje hospodářskému způsobu holosečného i s obnovou MZD, v daném případě lípy, kterou je možné realizovat jak z výmladků, tak ze semene. Kratší obnovní době též vyhovuje možná výjimka z ustanovení § 31 lesního zákona č. 289/95 Sb. o maximální možné velikosti holoseče, kdy v HS 19 je možné uplatnit výjimku na maximální velikost 2 ha, která je pro porosty ORC, jakožto slunomilné dřeviny výhodná. Tedy urychluje obnovu a to je také důvod pro stanovení obnovní doby 20 let.

6.3. Diskuse

6.3.1. Stanovení obmýetí

Z hlediska kvantitativní mýetní zralosti vyplývá, že maximum objemové produkce, tedy nejvyšší celkový průměrný přírůst je u ORC ve věku 51 let. Pokud bychom vzali v potaz Prudičovy (1991) zásoby porostů ORC na 1 ha a vyhodnotili je, tak by průměrný přírůst kulminoval v 88 roce věku porostů. Jelikož Prudič (1991) vzal v úvahu data z LHP stejně jako Hrib (2005), tak jejich výsledky se velmi rozcházejí. U Prudiče (1991) je maximum v 88

letech, u Hriba (2005) v 53 letech, i když zde u vyrovnání polynomem dochází k posunu maxima k vyššímu věku (graf 23).

Pro stanovení obmýtlí je výhodnější použít mýtlí zralost kvalitativní než kvantitativní, protože ORC byl zaváděn do porostů v dané PLO z důvodu jeho mimořádné kvality dříví. V daném případě sortimentů pro dýhárenské výřezy. Hrib (2005) navrhuje rámcové zvýšení obmýtlí nad 110 let a uvádí odchylku z rámcových směrnic pro ORC porosty na LZ Židlochovice, která hovoří o obmýtlí 140 let s obnovní dobou 30 let. Šika (1964 in Prudič, 1991) při svém hodnocení ORC na jižní Moravě uvádí, že při správném pěstování by ORC mohl ve věku 80 – 100 let dosáhnout výčetní tloušťky 60 až 70 cm. Prudič (1991) konstatuje, že na základě šetření v lesích Strážnického luhu výčetní tloušťky 60 cm dosáhnou ve věku 100 let jen horní stromy, tedy přibližně 10% stromů. Mezera (1956) doporučuje taktéž dosažení silného užitkového dříví ORC a DB. Podle Prudiče (1991) je tedy nutné k dosažení tohoto cíle prodloužit obmýtlí dobu, neboť v současné době je ORC řazen do hospodářského souboru 197 spolu s jasanovými porosty a obmýtlí doba je stanovena na 90 let. Navrhuje obmýtlí dobu 120 let.

Na základě růstu ORC a poměrů mezi čepem žádaných sortimentů a prsní výškou bylo stanoveno obmýtlí 140 let. Toto obmýtlí také odpovídá obmýtlí ORC porostů v rámcových směrnicích pro LHC Židlochovice s obnovní dobou 30 let (Hrib, 2005). Nicméně v rámcových směrnicích OPRL pro PLO 35 není ORC porostní typ cílového HS uveden ani v odchylce od modelu a tyto porosty jsou zařazeny do jasanového porostního typu s obmýtlím 90 let a obnovní dobou 20 let nebo do porostního typu dubových nekvalitních porostů a ostatních listnáčů s obmýtlím 110 let a obnovní dobou 20 let.

I když v porovnání s dubem vychází ORC velmi dobře, je nutné si uvědomit, že v určitých případech i dub může dosáhnout srovnatelných výsledků. Autor dvakrát po sobě (1986, 1996) zařizoval porostní skupinu v oblasti strážnického luhu tvořenou dubem letním slavanským, který ve 125 letech dosahoval průměrných dimenzí 74 cm tloušťky a 39 m výšky. Vanniere (1981) popisuje doubravu v oblasti l'Adour (Francie), která dosáhla průměrné tloušťky 60 cm ve 120 letech. Ale i takto ORC dosahuje v porovnání s ostatními dřevinami mimořádného růstu a kvality.

6.3.2. Ekonomické vyhodnocení prodloužení obmýtlí

Pro ekonomické vyhodnocení použijeme 2% úrokové míry, kterou ve své příloze uvádí lesní zákon č. 289/95 Sb. (Anonymus, 1995). Pro kalkulaci byly použity ceny sortimentů k roku 2002 (Hrib, 2005). Pro určení předpokládaných sortimentů bylo použito

stejné metody jako u výpočtu dimenzí pro dýhárenské sortimenty. Celková produkce byla rozdělena do 4 tříd jakosti (I., II., III. a V.) Při rozlišení mezi II. a III. třídou jakosti bylo přihlédnuto k poměrům uvedeným ve vyhodnocení tržeb za zmýcený porost ORC (Hrib, 2005). Mezní hodnota mezi III. a V. třídou je 20 cm b.k. (24 cm s k.) tloušťky čepu.

24 cm je tloušťka nacházející se ve výšce 22 m v 90 letech porostu a ve výšce 25 m ve věku 140 let. Na základě kalkulací objemů je možné určit objemy a ceny jednotlivých sortimentů (tab. 15).

Tab. 15: Porovnání možných tržeb v ideálním hektarovém porostu ORC

	90 let			140 let			rozdíl
	m ³ /1ha	Kč/1m	Kč celkem	m ³ /1ha	Kč/1m	Kč celkem	
I. třída	50	26000	1300000	256	26000	6656000	
II. třída	160	7942	1270720	105	7942	833910	
III. třída	261	3351	874611	147	3351	492597	
V. třída	181	400	72400	415	400	166000	
celkem	652		3517731	923		8148507	4630776

Na základě tohoto porovnání lze spočítat úrokovou míru pro prodloužení obmýti podle vzorce (Bullard et al, 2002).

$$i = ((\text{hodnota v roce } n / \text{hodnota v roce } 0)^{1/n}) - 1 \quad (10)$$

Úroková míra pro prodloužení obmýti (o 50 let) činí 1,7%, což nedosahuje požadované 2% úrokové míry. Pokud bychom chtěli dosáhnout úrokové míry 2%, rozdíl v hodnotách devadesátiletého a stočtyřicetiletého porostu by musel být 5 982 269 Kč, oproti současným 4 630 776. Jelikož ovlivnit růst v rámci optimálního využití plochy a optimálního počtu kmenů na 1 ha lze velmi obtížně, cestou ke zvýšení hodnoty porostu je pouze nárůst ceny za nejkvalitnější sortiment, tedy za dýhárenské výřezy I. třídy. Pokud by došlo k nárůstu ceny za I. třídu kvality na 39 000 Kč/m³ při zachování ostatních cen, úroková míra by dosáhla 2%. I přes tuto hypotetickou kalkulaci, zůstává obmýti 140 let vhodným řešením, neboť je zde předpoklad na základě vývoje zásob cenných dřevin v celosvětovém měřítku, kdy zásoby klesají, že ceny cenných sortimentů budou stoupat. Je nutné ale zdůraznit, že predikovat vývoj na trhu v horizontu 50 let je poněkud obtížné, ne-li nemožné. Každopádně ve 140 letech je silný podíl kvalitních sortimentů, aniž by docházelo k výraznému poškozování ORC dřevokaznými houbami či jinými abiotickými a biotickými vlivy.

7. Prostorová úprava porostů ORC

Prostorovou úpravou lesů rozumíme soubor poznatků a opatření řešící otázky související s prostorovou organizací lesa jako celku i jeho jednotlivých dílčích částí. Je rozdělena na vnější prostorovou úpravu s cílem rozdělení lesa, tedy vymezení hospodářsko-úpravnických jednotek jako rámců pro plánování, zjišťování a vyhodnocování stavu lesa a na vnitřní prostorovou úpravu zabývající se uspořádáním jednotlivých porostů z hlediska druhu a prostoru. Je možné ji rozdělit na úpravu porostního složení (druhového složení atd.) a prostorovou porostní výstavbu (uplatňování preventivně ochranných prvků atd.) (Simon, Vacek, 2008).

7.1. Vlastní prostorová úprava porostů ORC

Podle údajů v lesních hospodářských plánech činí redukovaná plocha ORC v rámci PLO 492,8 ha, celková plocha ORC je 530,21 ha. Z rozlohy PUPFL v PLO 35, která je 38 228 ha, je tedy rozsah ORC porostů 1,4%. Z toho důvodu nelze mluvit o prostorové úpravě porostů ORC z hlediska rozdělení lesa, ale o vnitřní prostorové úpravě z hlediska struktury, výměr a vývoje jednotlivých porostů.

Nejrozsáhlejší porostní skupina, ve které se ORC vyskytuje, má výměru 20,58 ha a ORC má v této skupině zastoupení 4%. Největší redukovaná plocha ORC v rámci porostní skupiny má výměru 7,09 ha a v této skupině má ORC zastoupení 100%, jedná se tedy o monokulturu. Obě dvě porostní skupiny se nacházejí na území LS Strážnice.

Průměrná výměra porostní skupiny obsahující ORC je 3,25 ha, průměrná redukovaná plocha ORC je 0,89 ha.

ORC se vyskytuje jak v monokulturách, tak ve smíšených porostech a to ve smíšení jednotlivém až skupinovém. Při vyšším zastoupení ORC je jednotlivé smíšení převážně se stínšnějšími dřevinami, v případě jasně vylišených etází plošné smíšení

, při menším zastoupení (< 20%) je ORC jednotlivě smíšen i dalšími dřevinami.

Pro rozmístění porostů je nutné mít na zřeteli silnou konkurenceschopnost ORC vůči jasanům a dubu, která se projevuje intenzivně zejména na styku porostních skupin obsahujících předmětné dřeviny. ORC postupně tyto dřeviny překrývá a hranice porostních skupin se posouvají dále do nitra porostní skupiny tvořené dubem či jasanem (obr. 5, vlastní pozorování).



Obr. 5: Příklad vytlačení dubu rychleji rostoucím ořešákem na hranici dvou stejnověkových porostních skupin

Z toho důvodu je z hlediska prostorového uspořádání nevhodné umisťovat mladší porostní skupiny dubu a jasanů v sousedství stejně starých či starších porostních skupin ORC.

Porostní struktura je u čistých porostů ORC srovnatelná s dalšími důležitými produkčními dřevinami vyskytujícími se v lužních lesích PLO 35 a to s dubem a jasanem. Rozeznáváme 3 varianty porostní struktury a to strukturu náhodnou, shlukovitou a pravidelnou (Simon, 2010).

Většina porostů těchto dřevin je zakládána uměle v určitém sponu, takže jejich struktura v mladém věku je strukturou pravidelnou a teprve během vývoje porostu se dílem pěstebních zásahů a dílem přírodních vlivů mění na strukturu náhodnou. U čistých ORC porostů tato změna probíhá ve vyšším věku (cca od 50 let), neboť ORC je vyséván v pravidelném sponu a díky jeho vysoké klíčivosti a odolnosti proti škodlivým faktorům je změna struktury způsobená hlavně pěstebními zásahy. Samozřejmě u pěstebně zanedbaných porostů, kde dochází k samovolné diferenciaci porostu a odumírání konkurenčně slabých

jedinců, je změna struktury patrná již v mladším věku. ORC porosty nejsou obnovovány přirozeně, i když se v některých porostních skupinách objevuje nálet. Jedinci z náletu vykazují spíše strukturu shlukovitou, neboť ORC v porovnání s ostatními dřevinami má velmi těžká semena, takže nedochází k rozptýlu, naopak v terénních mikrodepresích může dojít k soustředění semen.

7.1.1. Struktura čistých porostů ORC na základě vyhodnocení tloušťkové struktury.

Halaj (1957; in Šmelko, 2000) provedl na základě měření porostů na Slovensku průzkum tloušťkové struktury a zjistil, že křivka početnosti tlouštěk je u světlomilných dřevin špičatější a má menší variační rozpětí než u stínšnášejících dřevin. U smíšených porostů mají jednotlivé dřeviny, pokud zaujmají rovnocenné výškové postavení, stejnou tloušťkovou strukturu jako v čistých porostech.

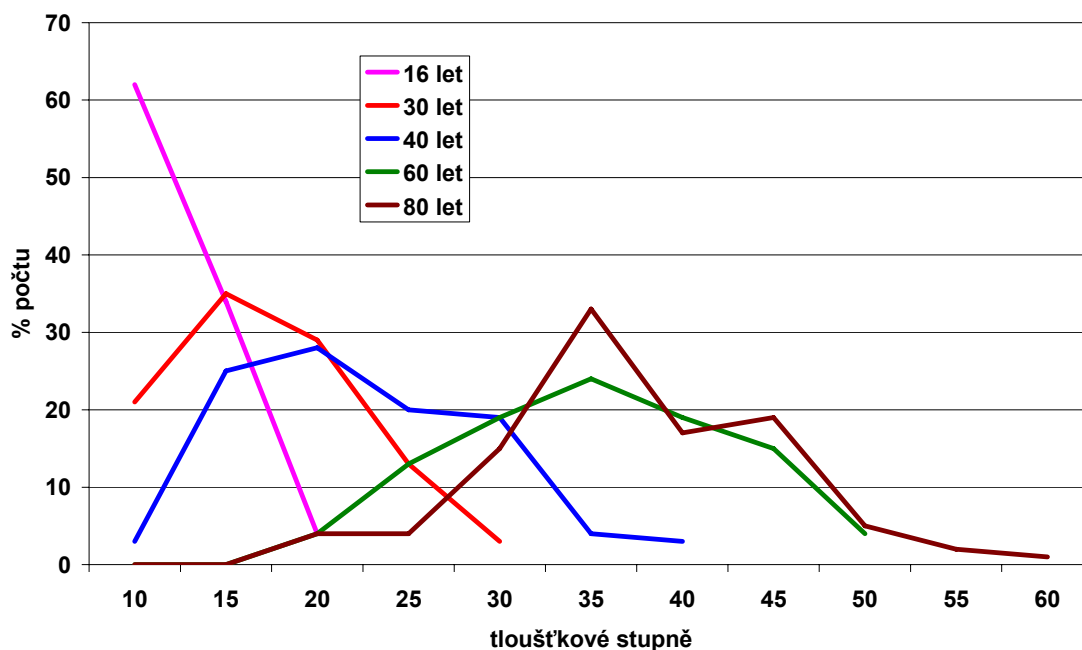
Na základě stupně rozrůznění tlouštěk lze tedy posuzovat strukturu porostu (tab. 16).

Tab. 16: Variační koeficienty tloušťky stromů jednotlivých dřevin podle Halaje (1957) a vlastního měření ORC

Dřevina	stupeň rozrůznění		
	1	2	3
Smrk	24	35-29	37-35
Jedle	22-28	30-34	39
Borovice	20-18	28-21	37-27
Buk	24-27	32-29	39-46
Dub	26-18	34-22	44-29
Habr	25-19	32-26	40-31
ORC 16 let	25		
ORC 30 let		34	
ORC 40 let		32	
ORC 60 let	23		
ORC 70 let	22		

U porostů ORC se také potvrdilo obecné pravidlo pro ostatní dřeviny, že s rostoucím věkem a rostoucí střední tloušťkou se frekvenční křivky tlouštěk posouvají na ose tloušťkových stupňů k vyšším hodnotám a mají postupně menší zahrocenost (graf. 26)

Rozdělení počtu ORC v tloušťkových stupních podle věku



Graf 26. Rozdělení počtu stromů ORC v tloušťkových stupních podle věku

Porosty ORC z hlediska struktury vykazují jednoduchou strukturu, pohybují se převážně ve stupni rozrůzněnosti 1. Vyšší variační koeficient v mladších letech, zejména ve věku 30 a 40 let je pravděpodobně způsoben méně výraznou pěstební péčí a přirozenou diferenciací jedinců v rámci konkurenčního boje.

7.1.2. Struktura smíšených porostů ORC na základě vyhodnocení tloušťkové struktury

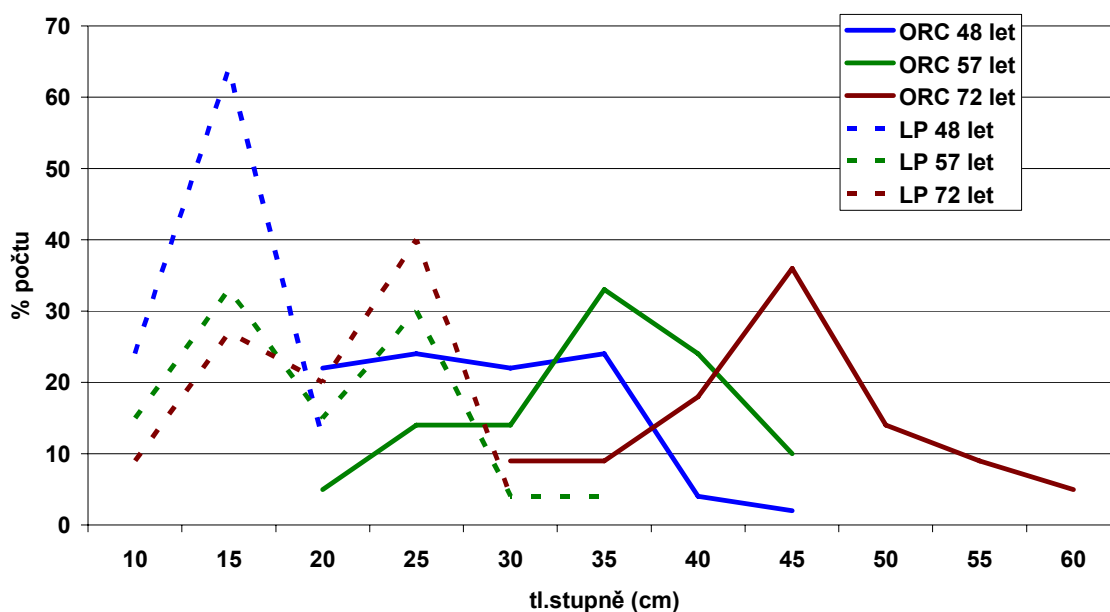
Podobným způsobem jako v kapitole 6.1.1. jsou vyhodnoceny smíšené porosty ORC. Podle Halaje (1957) by měly mít stejnou tloušťkovou strukturu. V daném případě ji mají ještě více zjednodušenou než čisté porosty (tab. 17), což může být způsobeno buď užším výběrem v rámci počtu zkusných ploch nebo reakcí ORC na vývoj spodní etáže.

Tab. 17: Stupeň rozrůzněnosti u ORC a LP při smíšení obou dřevin

Dřevina	stupeň rozrůzněnosti		
	1	2	3
Smrk	24	35-29	37-35
Jedle	22-28	30-34	39
Borovice	20-18	28-21	37-27
Buk	24-27	32-29	39-46
Dub	26-18	34-22	44-29
Habr	25-19	32-26	40-31
ORC 48 let	24		
ORC 57 let	21		
ORC 72 let	19		
LP 48 let	23		
LP 57 let			38
LP 72 let		29	

I u smíšených porostů je ve vyšším věku nižší variační koeficient, což potvrzuje jednoduchou strukturu ORC, pokud ve smíšených porostech vytvoří samostatné výškové postavení. Dále je potvrzen fakt, že slunomilné dřeviny vytvářejí jednodušší struktury než dřeviny stínšnější. U lípy ve smíšených porostech je nevyšší rozrůzněnost ve středním věku, kdy někteří jedinci si udržují nízký růst, ale jiní zvyšují dimenze, což souvisí s prodlužující se výškou ORC a tedy zvětšujícím se prostorem v podúrovni (graf 27). Jedná se o vyhodnocení 3 smíšených porostů, jeden ve věku 48 let, jeden ve věku 57 a poslední ve věku 72 let, ve kterých ORC a LP vytvořily etáže.

Rozdělení počtu ORC a LP v tloušťkových stupních ve smíšených porostech podle věku



Graf 27. Rozdělení počtu stromů ORC a LP v tloušťkových stupních ve smíšených porostech podle věku

Z grafu je patrné, že ORC ve smíšených porostech má ve vyšším věku symetrické rozdělení, a že u LP se projevuje určitá diferenciacce ve vyšším věku znázorněná dvěma vrcholy, kdy jednak LP začíná využívat zvětšujícího se prostoru v podúrovni v souvislosti se zvyšující se výškou ORC, a za druhé spodní etáž může být doplněna dalšími jedinci LP z přirozeného nasemenění.

Každopádně i když se u smíšených porostů jedná o strukturálně bohatší lesy než u čistých porostů ORC, je struktura ORC jednoduchá. To ovšem znamená, že tak jak je uvedeno v kapitole 4.5., je vhodné i z hlediska prostorové úpravy zakládat porosty smíšené ORC, a to v plošném smíšení se stínsnášejícími lužními dřevinami, zejména s lípou. V daném případě se nejedná o jednotlivé smíšení, neboť obě dřeviny vytvářejí čisté etáže.

8. Těžební úprava

Pod pojmem těžební úprava rozumíme soubor poznatků a postupů na odvození a určení výšky výchovné a obnovní těžby na plánovací období v rámci základní jednotky pro těžební úpravu lesa a to samostatně pro kategorii lesa a tvar lesa. Základní jednotkou pro určení je lesní hospodářský celek (Žihlavník, 2005).

Porosty ORC nevytvářejí lesní hospodářský celek v PLO 35, nicméně je možné je hypoteticky těžebně upravit v rámci porostního typu ořešákového pro HS 19. Tato úprava je důležitá pro zjištění možností těžeb v ORC porostech. Navíc, vzhledem k tomu, že těžební úprava pro jednotlivé LHC se sestává z výpočtu pro jednotlivé hospodářské soubory, je nutné zjistit možnosti těžeb právě pro porostní typ ořešákový HS 19 na PLO 35.

8.1. Rozdělení věkových stupňů

Pro těžební úpravu je důležité zjištění rozdílu mezi skutečným a normálním rozdělením věkových stupňů, které ukáže odchylky od normality důležité pro uplatnění jednotlivých těžebních ukazatelů a pro vysvětlení rozdílů mezi nimi.

Pro zjištění normálního rozložení věkových stupňů byla použita procenta normální výměry věkového stupně podle délky obnovní doby (Žihlavník, Marušák, 2001)

Pro výpočet máme dvě východiska. Jednak je to skutečné zatřídění stávajících porostů se zastoupením ORC do ořešákového porostního typu. Pro zatřídění je základním kritériem zastoupení ORC v jednotlivých porostních skupinách, tedy do ořešákového HS budou zatříděny ty porostní skupiny, kde má ORC ve směsi zastoupení 50% a vyšší, případně, kde zastoupení ORC je nejvyšší ve směsi více než dvou dřevin. Pro druhou variantu se vezme redukovaná plocha ORC na celém HS 19 pro PLO 35 a bude se posuzovat rozložení této plochy ve věkových stupních.

Dále je nutné vzít v úvahu, že současné porosty ORC mají rozdílná obmýtí. Jednak je to obmýtí 90 let s dvacetiletou obnovní dobou a dále navrhované obmýtí 140 let s dvacetiletou obnovní dobou (kap. 5). Budou tedy vyhodnocovány rozdíly mezi skutečným a normálním rozložením věkových stupňů ve 4 případech.

8.1.1. ORC porostní typ pro skutečné porostní skupiny

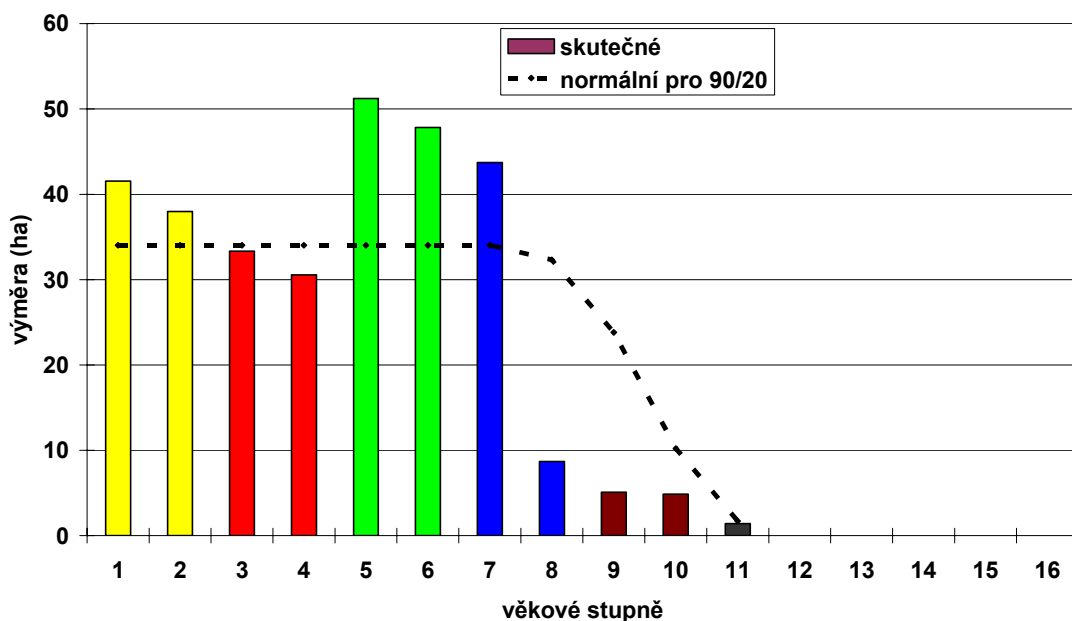
Tyto porostní skupiny byly vybrány dle LHP pro příslušné LHC. Vzhledem k různé úrovni data zpracování (LHP různých majetků pro Strážnický luh jsou zpracovány k 1.1.2007, pro LHC Židlochovice k 1.1.2001 a pro různé majetky bývalého LZ Znojmo k 1.1.2001)

může dojít k malému posunu ve věkových stupních, nicméně pro hypotetické vyhodnocení tento posun není důležitý. Rozložení věkových stupňů je značně nepravidelné (tab. 18, grafy 28, 29).

Tab. 18. Porovnání skutečného zastoupení a normálního zastoupení věkových stupňů pro skutečné porostní skupiny s dominancí ORC

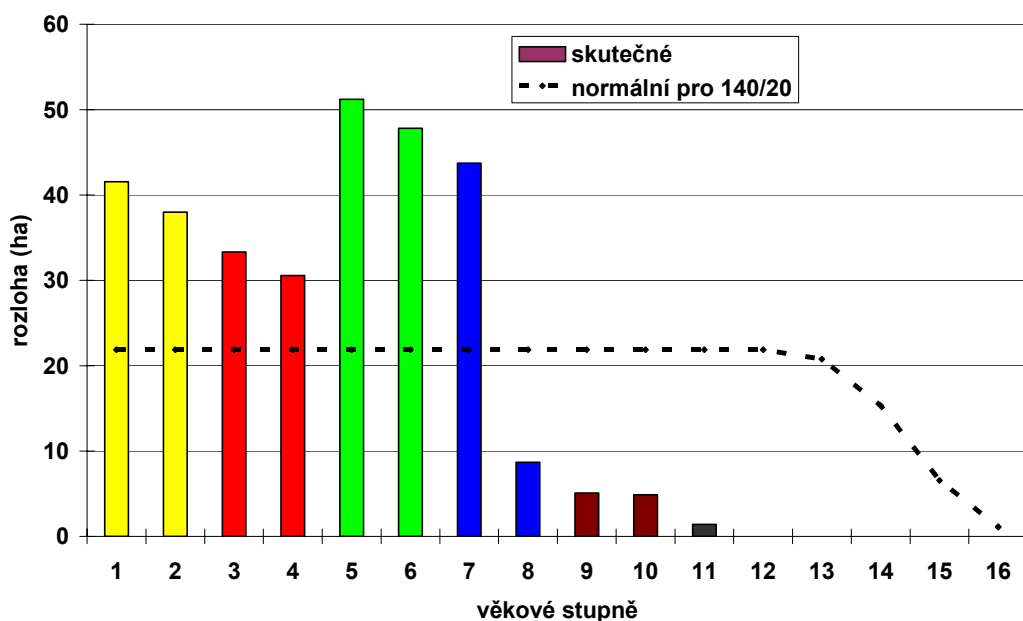
Věk. st.	Skutečné (ha)	Normální pro 90/20	Normální pro 140/20	Rozdíl 90/20	% 90/20	Rozdíl 140/20	% 140/20
1	41,55	34,03	21,87	7,52	22,11	19,68	89,96
2	37,98	34,03	21,87	3,95	11,62	16,11	73,63
3	33,32	34,03	21,87	-0,71	-2,07	11,45	52,33
4	30,56	34,03	21,87	-3,47	-10,19	8,69	39,71
5	51,22	34,03	21,87	17,19	50,53	29,35	134,16
6	47,82	34,03	21,87	13,79	40,54	25,95	118,62
7	43,73	34,03	21,87	9,70	28,52	21,86	99,92
8	8,68	32,32	21,87	-23,64	-73,15	-13,19	-60,32
9	5,09	23,82	21,87	-18,73	-78,63	-16,78	-76,73
10	4,87	10,21	21,87	-5,34	-52,29	-17,00	-77,74
11	1,41	1,70	21,87	-0,29	-17,12	-20,46	-93,55
12			21,87			-21,87	-100
13			20,78			-20,78	-100
14			15,31			-15,31	-100
15			6,56			-6,56	-100
16			1,09			-1,09	-100
celkem	306,23	306,23	306,23				
			Průměr	± 9,49	± 35,16	± 16,63	± 88,54
			Směrodatná odch.	± 7,83	± 25,89	± 7,26	± 24,18
			Var. koef.	± 82,56	± 73,63	± 43,66	± 27,31

Skutečné a normální rozložení věkových stupňů ORC porostního typu pro obmýtí 90 a obnovní dobu 20 let



Graf 28: Skutečné a normální rozložení věkových stupňů skutečných ořešákových porostních skupin pro obmýtí 90 let a obnovní dobu 20 let

Skutečné a normální rozložení věkových stupňů ORC porostů pro obmýtí 140 let a obnovní dobu 20 let



Graf 29: Skutečné a normální rozložení věkových stupňů skutečných ořešákových porostních skupin pro obmýtí 140 let a obnovní dobu 20 let

Vyhodnocení rozdílů ukazuje u obou variant převis v mladších věkových stupních, způsobený dobou zavádění ORC do lesů v oblasti, kdy jednoduše chybí mýtní porosty. Tento rozdíl je markantní při obmýtí 140 let. I když variační koeficient ukazuje nižší hodnotu právě pro obmýtí 140 let, není možné usuzovat, že rozdíly jsou větší pro obmýtí 90 let, neboť úroveň rozdílů je u obmýtí 140 let výrazně vyšší. Z hlediska výpočtu těžebních ukazatelů lze předběžně usuzovat na výrazně vyšší normální paseku oproti těžebním procentům z hlediska nedostatku mýtních porostů, což se pochopitelně drtivě objeví právě u obmýtí 140 let.

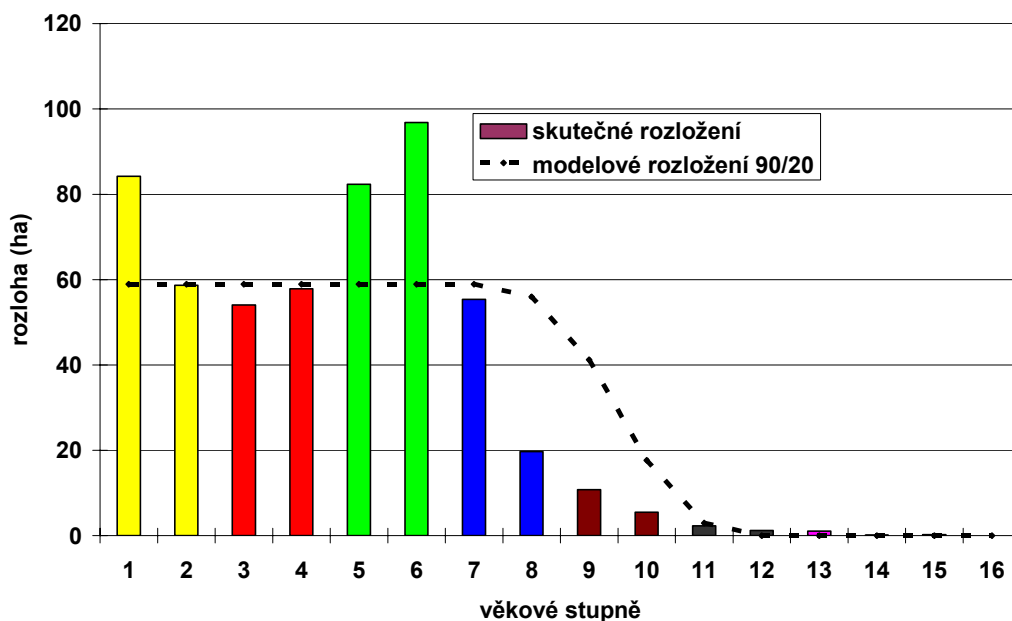
8.1.2. ORC porostní typ pro redukovanou plochu ORC

Rozložení věkových stupňů je opět značně nepravidelné a kopíruje předešlý případ (tab. 19, grafy 30, 31).

Tab. 19. Porovnání skutečného zastoupení a normálního zastoupení věkových stupňů pro redukovanou plochu ORC

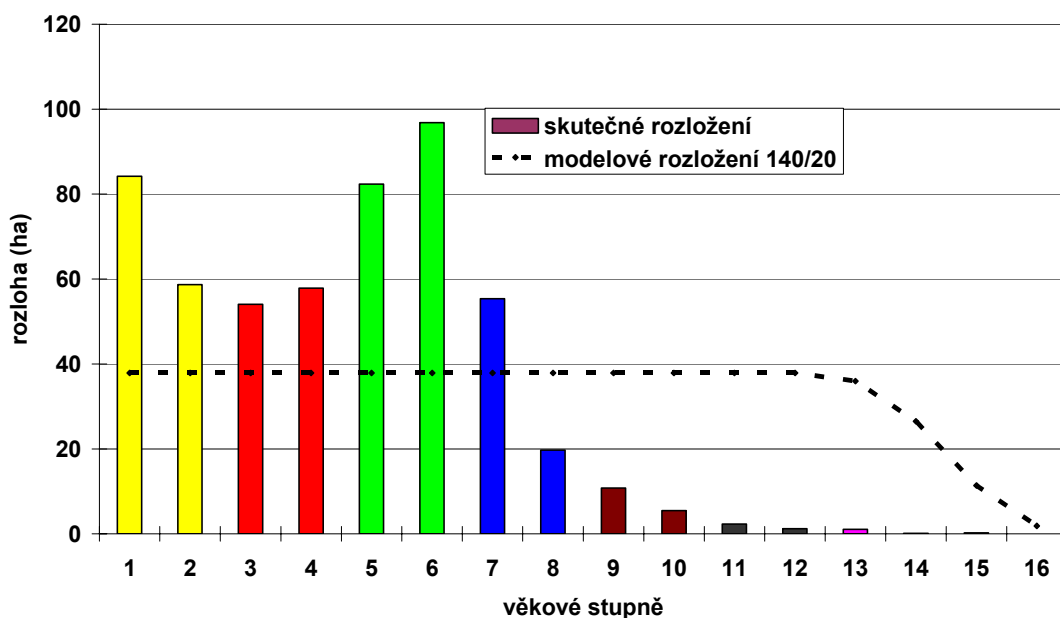
Věkový stupeň	Skutečné	Normální 90/20	Normální 140/20	Rozdíl 90/20	% 90/20	Rozdíl 140/20	% 140/20
1	84,21	58,91	37,87	25,30	42,94	46,34	122,35
2	58,67	58,91	37,87	-0,24	-0,41	20,80	54,92
3	54,06	58,91	37,87	-4,85	-8,24	16,19	42,74
4	57,83	58,91	37,87	-1,08	-1,84	19,96	52,70
5	82,33	58,91	37,87	23,42	39,75	44,46	117,39
6	96,81	58,91	37,87	37,90	64,33	58,94	155,62
7	55,36	58,91	37,87	-3,55	-6,03	17,49	46,18
8	19,7	55,97	37,87	-36,27	-64,80	-18,17	-47,98
9	10,77	41,24	37,87	-30,47	-73,88	-27,10	-71,56
10	5,47	17,67	37,87	-12,20	-69,05	-32,40	-85,56
11	2,3	2,95	37,87	-0,65	-21,92	-35,57	-93,93
12	1,24		37,87	1,24		-36,63	-96,73
13	1,1		35,98	1,10		-34,88	-96,94
14	0,14		26,51	0,14		-26,37	-99,47
15	0,22		11,36	0,22		-11,14	-98,06
16			1,89			-1,89	-100,00
celkem	530,21	530,21	530,21				
			Průměr	± 14,76	± 28,54	± 28,02	± 86,38
			Směrodatná odch.	± 14,46	± 25,65	± 14,59	± 31,79
			Var. koef.	± 98,00	± 96,88	± 52,09	± 36,80

Skutečné a normální rozložení věkových stupňů pro ORC redukované plochy HS 19
PLO 35 (obmýetí 90 a obnovní doba 20 let)



Graf 30: Skutečné a normální rozložení věkových stupňů v rámci redukované plochy ORC pro obmýetí 90 let a obnovní dobu 20 let

Skutečné a normální rozložení věkových stupňů pro redukovanou plochu ORC HS 19
PLO 35 (obmýetí 140 a obnovní doba 20 let)



Graf 31: Skutečné a normální rozložení věkových stupňů v rámci redukované plochy ORC pro obmýetí 140 let a obnovní dobu 20 let

8.2. Výpočet těžebních ukazatelů

Podle vyhlášky MZe 84/96 Sb. se výše mýtní těžby v kategorii lesů hospodářských a zvláštního určení (s výjimkou případů uvedených v odstavci 12) obhospodařovaných hospodářským způsobem podrostním, násečným a holosečným stanoví na základě ukazatelů těžební procento a normální paseka (MZe, 1996b).

Ořešákový porostní typy HS 19 PLO 35 se nenachází ani v první zóně národního parku ani v první zóně chráněné krajinné oblasti a ani v národních přírodních a přírodních rezervacích. Z toho důvodu pro něj neplatí případy odstavce 12.

I když výpočet je ryze hypotetický, protože v rámci PLO se jedná o více LHC, je vhodné jej provést pro dokumentaci těžební úpravy. Opět budou použity dvě varianty z hlediska plošného rozložení a to varianta skutečných porostních skupin ORC a varianta redukované plochy ORC a opět budou použity varianty dvou obmýtí a to 90 let a 140 let při stejné obnovní době 20 let.

Pro stanovení ukazatelů budou použity tyto vzorce (MZe, 1996b) (10, 11):

$$TM_{HS} = Z_x * t_{x\%} + Z_{x+1} * t_{x+1\%} \dots + Z_{x+n} * t_{x+n\%} / 100 \quad (11)$$

TM_{HS} – desetiletá těžba mýtní pro příslušný HS dle těžebních procent

Z_x až Z_{x+n} – zásoba dřeva v m³ v jednotlivých věkových stupních příslušného HS zatížených těžebním procentem

t_x až t_{x+n} – těžební procento v příslušných věkových stupních daného HS

$$B = P/u * Z_M * n \quad (12)$$

B – normální paseka

P – výměra porostní půdy celku

U – obmýtí celku

Z_M – průměrná zásoba mýtních porostů

n – počet let, pro které se LHP zpracovává (zpravidla 10 let).

U varianty redukovaná plocha ORC budou použity pro stanovení zásob modelové zásoby pro příslušné věkové stupně (kap. 4.4.5.), takže takto bychom dostali modelové těžby,

i když v rámci skutečného rozložení věkových stupňů. Výsledky obou variant jsou srovnány v tabulce 20.

Tab. 20. Těžební ukazatelé pro ORC porosty

	ORC skut. por. sk		ORC redukována plocha a modelová zásoba	
	90/20	140/20	90/20	140/20
Těžební ukazatel	m ³ s k.	m ³ s k.	m ³ s k.	m ³ s k.
Těžební procento	4 677	0	14 895	525
Normální paseka	10 589	11 331	39 758	35 058
rozdíl	-5 912	-11 331	-24 863	-34 533

8.3. Diskuse

Plně se potvrdily předpoklady z kapitoly 6.1. o nedostatku mýtních věkových stupňů. U redukováne plochy jsou rozdíly výraznější oproti skutečným porostním skupinám ORC. Tato nepravidelnost vede k úvaze, že není možné v rámci těžební úpravy použít pro vyrovnání věkových stupňů v budoucnosti jen vztahu normální paseka a těžební procento. Jednak bude nutné pro následujících 6 decenií dodržet normální rozložení věkových stupňů pro obnovu, což znamená v podstatě rozšíření zastoupení ORC na HS 19 a za druhé v momentě, kdy věkové stupně s převisem plochy vstoupí do obnovy, tak bude nutné rozložit těžby na delší období než je 20 let, ačkoliv obnovní doba 20 let zůstane zachována. Bude tedy nutné velmi pečlivě posuzovat jednotlivé porostní skupiny, zda dosáhnou předpokládaných cílů z hlediska kvality a není-li nutná jejich předčasná obnova, na druhé straně pečlivé posouzení zdravotního stavu, zda lze některé porostní skupiny předržet. Z toho důvodu je vhodné v rámcových směrniciích uvést odchylku od modelu v rámci silné nepravidelnosti rozložení věkových stupňů.

Zatímco těžební úprava pro mýtní porosty pro obmýti 140 let je v podstatě bezpředmětná z důvodu absence mýtních porostů, pak zčásti smysluplná by byla pro obmýti 90 let, kde sice je také nedostatek mýtních věkových stupňů, ale je možné přistoupit o splnění podmínky dle vyhlášky MZe 84/96 Sb., která uvádí, že pokud nelze splnit meze $\pm 10\%$ u těžebních procent a meze $\pm 20\%$ u normální paseky, pak při nedostatku mýtních porostů bude navržená těžba na horní hranici rozmezí pro ukazatel dílčí těžební procento. V daném případě by při variantě skutečné porostní skupiny ORC bylo těžební procento o hodnotě 4 677 m³ navýšeno o 10% a mýtní etát by byl 5 144 m³.

U varianty ORC redukovaná plocha byl ještě spočítán etát těžby obnovní podle rakouské kamerální taxy podle vzorce 12 (Žihlavník, 2005):

$$e = \text{PMP} + ((V_s - V_n)/a) \quad (13)$$

PMP – průměrný mýtní přírůst

V_s – průměrná skutečná zásoba

V_n - průměrná zásoba normální

a – vyrovnávací doba (50 let)

Výsledkem je, že podle rakouské kamerální taxy je etát pro obmýti 90 let 32 325 m³ a ve variantě obmýti 140 let 13 847 m³. Velký rozdíl je způsoben výrazně nenormálním rozložením věkových stupňů, potažmo věkových tříd, kdy chybí mýtní věkové stupně. V daném případě je tedy velký rozdíl mezi skutečnou zásobou a zásobou normální a ani tak dlouhá doba vyrovnávací jako je uvedených 50 let nestačí pro vyrovnání. Potvrzuje se tedy, že rakouská kamerální taxa jako jedna ze vzorcových metod je vhodná pro celky s vyrovnanějším rozložením věkových stupňů. Sice je kamerální taxa bližší realitě než normální paseka, ale podle současné legislativy normální paseka ovlivňuje užití mezi těžebního procenta.

Vzhledem k nedostatku mýtních porostů jsou podobné kalkulace předčasné, nicméně je nutné je vzít v úvahu i při pohledu do historie, kdy např. podle zákona č. 37 Sb. z 29. února 1928 o zatímní ochraně lesů, tedy z doby, kdy se započalo intenzivněji se zaváděním ORC do lužních lesů PLO 35 smí roční těžba činiti nejvíce osmdesátý díl plochy, přičemž nesmí přesáhnout roční průměrný mýtní přírůst (Horna et al, 1937). V daném případě je u modelové redukované plochy ORC jedna osmdesátina 6,63 ha, jedna devadesátina (obmýti devadesát let) 5,89 a jedna stočtyřicetina 3,78 ha.

Pokud z hlediska normality uvažujeme jednotlivé díly, tedy výpočet pomoci podílu výměry na délce obmýti, tak u ORC porostů bychom měli zachovávat dobu zákonnou pro zalesnění, tedy dělit výměru dobou obmýti zvýšenou o zákonné dva roky dané k zalesnění holin (Priesol, Polák, 1991). Vzhledem k tomu, že ORC porosty se v drtivé většině obnovují v následném jaru po zimní těžbě a to siji po pomístné či celoplošné přípravě půdy, zákonná lhůta se neuvažuje a nebere tedy v úvahu pro kalkulace. Je to z důvodu, že příprava půdy je ihned po těžbě lacinější z důvodu silného nástupu buřeně v lužních lesích a ORC roste nejlépe na volné ploše bez zastínění (Pokorný, 1952).

9. Rámcové směrnice hospodaření

Tvorba rámcových směrnic, respektive základní hospodářská doporučení pro hospodářské soubory je určena ve vyhlášce MZe 83/96 Sb., a je součástí oblastních plánů rozvoje lesů (OPRL). Jejich vymezení v OPRL neznámá, že není možno je měnit či vytvářet v rámci porostních typů cílových HS mimo zákonných ustanovení. V § 2 odstavec 4 je dána možnost, že pro potřeby podrobnější diferenciaci hospodaření při zpracování OPRL, LHP a LHO lze vymezené soubory dále členit na podsoubory (MZe, 1996a). V rámci základního šetření při zpracování LHP mohou být předběžně navrhovány a odsouhlaseny rámcové směrnice hospodaření (MZe, 1996b).

Na základě předešlých vyhodnocení byly stanoveny tyto rámcové směrnice pro ORC porostní typ HS 19 (tab. 21). Pro některá ustanovení byla použity stávající rámcové směrnice pro HS 19 (OPRL, 1999).

Tyto rámcové směrnice mají praktickou využitelnost v žádoucí diferenciaci hospodaření, v upřesnění hospodaření s introdukovanou dřevinou, ve využití produkčních možností ORC z hlediska kvantitativního a zejména kvalitativního, při tvorbě porostů a ve stanovení nutných odchylek od hospodaření pro porosty s posílením dalších funkcí lesa.

Rámcové směrnice také vycházejí z měření taxačních hodnot ORC na zkušných plochách a jsou tedy vyjádřením objektivní skutečnosti ohledně růstu ORC a možností dosažení žádoucích cílů.

Tab. 21: Rámcové směrnice ořešákového porostního typu HS 19 na PLO 35

Číselné označení cílového hosp. souboru 19	CÍLOVÝ HOSPODÁŘSKÝ SOUBOR:					Plocha			
	LUŽNÍ STANOVIŠTĚ (aluviální naplaveniny, naplavené půdy-šterkopisek, hlíha; fluvizem, glej)					ha	%		
Soubory lesních typů : (lesní typy)	1L, 2L, 1U		Základní dřeviny:	ORC, DB, TP	Geograficky nepůvodní dřev.(max.%)	ORC 10% TPS 10%			
Základní CÍLOVÁ DRUHOVÁ SKLADBA:	DB 7, JS 2, LP (JV, HB, OL, TP) 1, JL, BB, OS, VR								
ZÁKONNÁ USTANOVENÍ (zákon č. 289/1995 Sb.)				ZÁKLADNÍ HOSPODÁŘSKÁ DOPORUČENÍ (vyhláška č. 83/1996 Sb.):					
Maximální velikost holé seče : (§ 31, odst. 2)	Povolená maximální šířka holé seče : (§ 31, odst. 2)	Doba zajištění kultur od vzniku holiny do: (§ 31, odst. 6)		Minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin % : (Příloha č. 4 k vyhlášce č. 83/1996 Sb.)	Meliorační a zpevňující dřeviny : (Příloha č. 4 k vyhlášce č. 83/1996 Sb.)				
2 ha (výjimka)	Bez omezení	7 let		15	1L, 2L:DB, LP, HB, JL, JV, BB, BRK 1U: JL, LP, OL, VR, OS, DB				
DOPORUČENÁ DOBA zajištění kultur od vzniku holiny: 7 let				Hospodářský tvar:		Hospodářský způsob:			
DOPORUČENÉ POČTY prostokořenného sadebního materiálu v tis. ks./ ha :				les vysoký		P, N, H (HH)			
DB	JS	JV	LP	JL	OL	TP	HB	VR	ORC
10	6	4	4	4	3	0,4	4	1	10
				Přiměřeně snížený podíl meliorač. a zpev. dřevin v případě nahodilých těžeb: 10%-					

POROSTNÍ TYP:	197- OŘEŠÁKOVÉ				
ZÁKLADNÍ HOSPODÁŘSKÁ DOPORUČENÍ vyhl.č.83/96 Sb.	Obmýtí	Obnovní doba			
	140	20			
	Počátek obnovy	Hospodářský způsob			
	131	H (HH)			
Alternativní CÍLOVÁ DRUHOVÁ SKLADBA	ORC 8, LP 2				
Hodnocení porostů: (AVB)	ORC 34				
Možnosti přirozené obnovy:	Průměrná				
OBNOVNÍ POSTUP a míšení dřevin:	Rychlá obnova holou sečí, výsev do připravené půdy buď celoplošnou nebo pruhovou přípravou, v rámci vnášení MZD využití pařezové výmladnosti stínsnášejících dřevin či výsadba MZD v řadách mezi výsevem ORC (příklad 4 řady ORC, 1 řada LP apod.) Je vhodná i podsadba LP při širším sponu ORC (1 x 1,6 m = 6250 jedinců ORC/ha)				
VÝCHOVA POROSTŮ: - zaměření	Kvalita a velmi vysoký podíl cenných sortimentů				
- mladé porosty	Negativní intenzivní výběr, odstranění tvarově nevhodných jedinců, potlačení vrůstavých jedinců z dolní etáže, udržení podúrovně, odstranění konkurujících jedinců JSÚ a DB, neporušit zápoj, udržení jednotné korunové hladiny, interval 5 let				
- dospívající porosty	Kombinovaný výběr, v úrovni kladný výběr, udržení MZD v podúrovni, interval 10 let				
Bezpečnost Produkce a opatření OCHRANY LESA:	Ohrožení bušením a zamokřením				
MELIORACE:	V nutných případech povrchové odvodnění při obnově				
FUNKČNÍ POTENCIÁL: - produkční	Mimořádně nadprůměrný				
- půdo-ochranný	Průměrný				
- vodo-ochranný	Desukční a vodoochranný				
-ekologická stabilita	Podprůměrná				
Prvky ÚSES:	Skupinovitě až jednotlivě smíšení s ostatními dřevinami, nejlépe stínsnášejícími (HB, BB, LP, JL), v rámci etáží smíšení plošné, ORC do 10 %, v rámci etážových porostů do 30%, vyloučení čistých porostů ORC				
Odchytky od modelu:	Méně kvalitní nebo poškozené ORC porosty 100/20; v případě silné nevyrovnanosti věkových stupňů zvýšit obnovní dobu na 30 (40) let				
Doporučené Výrobní technologie:	Těžební a dopravní zásahy časově orientovat do zimního období.				

Tyto rámcové směrnice se stávají realizačním výstupem celé práce a mohou být použity v praxi při tvorbě LHP a lesních hospodářských osnov (LHO). Také mohou být využity při obnově OPRL v dané PLO.

10. Závěr

Hospodářská úprava je ve všech svých aspektech mimořádně rozsáhlý obor, který nelze komplexně do detailů zahrnout do této práce. Cílem bylo zjistit taxační charakteristiky ořešáku černého a provést v rámci možnosti hospodářskou úpravu porostů této dřeviny a to v rámci úpravy časové, prostorové a těžební.

Právě v současné době, kdy ORC je pod silným tlakem na jeho omezení, je důležité zjištění jeho růstových vlastností, produkčních možností a rámcového plánování k udržení velmi ekonomicky výhodné dřeviny v našich lesích, byť v poměru s ostatními dřevinami v marginálním zastoupení. Hrib (2005) zdůrazňuje že podle závazného stanoviska orgánů ochrany přírody lze ORC pěstovat pouze na 1 % lesní půdy v HS 19 v oblasti PLO 35, což by znamenalo při rozloze HS 14 037 ha pěstování ORC pouze na 140 ha. Toto závazné stanovisko povede k faktické likvidaci ORC jako ekonomicky důležité dřeviny v PLO 35. Toto závazné doporučení také silně kontrastuje s doporučeními Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů či Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, kteréžto instituce doporučují 7%, respektive 4% podílu introdukovaných dřevin v lesích České republiky (Šálek, Hrib, 2008).

V práci bylo potvrzeno, že ORC má jiné taxační hodnoty než DB, i když doposud je podle dubu tabelován a tedy jeho zásoby jsou podle dubu kalkulovány v lesních hospodářských plánech. Velmi dobře roste ve smíšení se stínšnějšími dřevinami, zejména s lípou, což znamená, že lze jednat bez problémů a produkčních ztrát realizovat ustanovení lesního zákona o minimálním podílu melioračních a zpevňujících dřevin v obnově lesa. Dále jsou tyto dvouetážové porosty vhodné nejen z hlediska kvalitativního kvůli lepšímu samočištění, ale také kvůli ekologickým požadavkům na bohatší strukturu a nesnižování biodiverzity.

Pro modelování produkce byla využita Korfova růstová rovnice, která byla původně právě určena k matematickému vyjádření růstu porostů. Na základě vyrovnání dat byly vytvořeny tabulky objemové hroubí stromu a tabulky taxační pro určení zásoby porostů podle střední výšky a střední tloušťky.

Zavádění ORC do lužních lesů bylo a je dáno jen pro jeho ekonomické výhodnosti. Z toho důvodu v rámci časové úpravy bylo navrženo obmýtí 140 let s dvacetiletou obnovní dobou, kdy ORC dosáhne vysokého podílu dýhárenských vysoce ceněných sortimentů.

Těžební úprava byla vyhodnocena pouze hypoteticky, protože v současné době po prodloužení obmýtí neexistují mytní porostní skupiny ORC. Nicméně tato kapitola je důležitá, protože ukazuje v rámci vyrovnání těžeb a produkce nutné rozsahy normálních věkových stupňů, které by měly být naplněny a tudíž by mělo dojít k nárůstu výměry ORC v daném HS, což je v rozporu s nyní prováděným tlakem orgánů ochrany přírody na snižování zastoupení ORC.

Ani OPRL, ani příslušné LHP nemají vytvořenu rámcovou směrnici hospodaření pro ořešákový porostní typ cílového hospodářského souboru 19 – hospodářství lužních stanovišť. Veškerá zjištění provedená na základě analýz dat ze zkusných ploch, vzorníků a lesních hospodářských plánů se promítla do návrhu rámcových směrnic ORC porostního typu, které jsou vlastním výsledkem této práce.

Ořešák černý si díky svým ekonomickým přínosům zaslouží nejen rozšíření v lužních lesích české republiky, ale také permanentní výzkum založený na trvalých zkusných plochách. To je důležité zejména z důvodu jeho velmi dobrého růstu, v porovnání s dalšími dřevinami, ale také v porovnání s pěstovanými ořešáky černými v jiných zemích včetně země původu, USA. Rozšíření ořešáku není žádoucí jen z nynějšího pohledu, ale zejména s ohledem na výhled do budoucnosti. Zdroje kvalitních dýhárenských sortimentů celosvětově mizí s úbytkem pralesů a se změnami ohledně dřevinné skladby ve prospěch rychlerostoucích plantáží. Bude nutné je tedy nahradit. Pěstování ořešáku může být jednou z cest, jak úbytek zdrojů kvalitních sortimentů nahradit a pokud trend úbytku cenných dřevin bude pokračovat, je pěstování ORC ekonomicky zdůvodnitelné.

11. Literatura

- Anonymus (1995): Zákon č. 289 ze dne 3.11.1995 o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon).
- Ares A., Brauer D. (2004): Growth and nut production of black walnut in relation to site, tree type and stand condition in south-central United States. *Agroforestry Systems*, **63**: 83-90.
- Bullard S.H., Grebner D.L., Belli K.L. (2002): Financial maturity concept with application to three hardwood timber stands. Bulletin FO 202, Mississippi State University
- Burns, Russell M., Honkala B. H. (1990): Silvics of North America, 1. Conifers; 2. Hardwoods. Agriculture Handbook 654. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC. vol.2, APS: 877.
- Brož M, Bezvoda V. (2008): Microsoft Excel, vzorce, funkce, výpočty. Computer press, Brno, 567.
- Clark J.R., Hemery G.E., Savill P.S. (2008): Early growth and form of common walnut (*Juglans regia* L.) in mixture with trees and shrub nurse species in southern England. *Forestry*, **81**: 632-644
- Černý M., Pařez J., Malík Z. (1996): Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). IFER, Jílové u Prahy, 244.
- Davis L.S., Johnson K.N., Bettinger P., Howars T.E. (2001): Forest Management. Waveland press, Inc., Illinois, 804.
- Del Valle J.I., Vélez D.A.T. (2007): Growth and yield modelling of *Acacia mangium* in Colombia, *New Forests*, **34**: 293-305
- Doležal B., Korf V., Priesol A. (1969): Hospodářská úprava lesů. SZN, Praha, 403.
- Fér F. (1994): Lesnická dendrologie, 2. část – Listnaté stromy, VŠZ – Lesnická fakulta Praha a Matice lesnická, Písek, 162.
- Ferrell R.S., Lundgren A.L. (1976): Mathematical functions for predicting growth and yield of black walnut plantations in the central states. General Technical Report NC - 24, USDA Forest Service, 5.
- Guo J-P., Wang J.R. (2006): Comparison of height growth and growth intercept models of jack pine plantations and natural stands in northern Ontario. *Canadian Journal of Forest Resources*, **36**: 2179–2188.
- Halaj J. (1987): Růstové tabulky hlavních dřevin ČSSR. *Príroda*, 362.

- Hemery G.E., Clark J.R., Aldinger E., Claessens H., Malvolti M.E., O'Connor E., Raftoyannis Y., Savill P.S., Brus R. (2010): Growing scattered broadleaved tree species in Europe in a changing climate: a review of risks and opportunities. *Forestry*, **83**: 65-81.
- Horna F., Daňha J., Ministr J. (1937): Komentář lesních zákonů a nařízení, Právnické knihkupectví a nakladatelství, Praha, 944.
- Hrib M. (2005): Pěstování ořešáku černého (*Juglans nigra* L.) v lesích jižní Moravy. Sborník prací institucionálního výzkumu, MZLU Brno, **2**: 1-78.
- Hrib M., Kneifl M., Kadavý J. (2003): Growth of black walnut (*Juglans nigra* L.) in the floodplain forests of the Židlochovice Forest Enterprise. *Ekológia (Bratislava)*, **22**: 162-176.
- Chroust L. (2001): Thinning experiment in a Scots pine forest stand after 40-year investigation. *Journal of Forest Science*, **47**: 356-365.
- Illinois, (1987): Illinois timber prices service. Illinois Department of Agriculture, 2.
- Kremer D., Čavlović J., Božić M., Dubravac T. (2008): Distribution and management of black walnut (*Juglans nigra* L.) in Croatia. *Periodicum Biologorum*, **110**: 317-321.
- Korf V. (1939): Příspěvek k matematické definici vzrůstového zákona hmot lesních porostů. *Lesnická práce*, **18**: 338-400.
- Kouba J., Zahradník D. (2005): The Korf function of 1939 – use in forestry science, its response and position in the world. Proceedings of the conference Growth Functions in Forestry, FLE of Czech University of Agriculture in Prague, 7 – 24.
- Laar A. V., Akca A. (2007): Forest Mensuration. Springer, Netherlands, 383.
- Lesprojekt Brno (2000): Lesní hospodářský plán LHC Židlochovice. Lesprojekt Brno, a.s., Brno.
- Lesprojekt, (1981): Růstové tabulky (Schwappachovy). Lesprojekt, Brandýs nad Labem.
- Liao C. Y., Podrázský V., Liu G. B. (2003): Diameter and height growth analysis for individual White Pine trees in the area of Kostelec nad Černými Lesy. *Journal of Forest Science*, **49**: 544-551
- Mezera A. (1956): Středoevropské nížinné luhy I.,II. SZN, Praha, 301, 362.
- Mráček (1925): Ořešák černý (*Juglans nigra* L.). *Lesnická práce*, **4**: 209-217.
- MZe, (1996a): Vyhláška č.83/96 Sb. o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a vymezení hospodářských souborů. Ministerstvo Zemědělství ČR
- MZe, (1996b): Vyhláška č.84/96 Sb. o lesním hospodářském plánování. Ministerstvo Zemědělství ČR

- MZe, (2002): Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice. 41.
- Niculescu N-V. (1998): Consideration regarding black walnut (*Juglans nigra*) culture in the north-west of Romania. *Forestry*, **71**: 349-354.
- Nožička J. (1956): Z minulosti jihomoravských luhů. *Práce výzkumných ústavů lesnických, VÚLHM*, **10**: 169-199
- Pagan, J. (1997): *Lesnícka dendrológia*. Technická universita, Zvolen, 378.
- Pedlar J.H., Fraleigh S., McKenney D.W. (2007): Revisiting the work of Fred von Althen – an update of the growth and yield of a mixed hardwood plantation in Southern Ontario. *Forestry Chronicle*, **83**: 175 – 179.
- Pokorný J. (1952): *Ořešáky*. nakladatelství Brázda, Praha, 83.
- Ponder F, Jr. (2004): Soils and nutrition management for Black Walnut. Proceedings of the 6th Walnut Council research symposium, Lafayette, IN. Gen. Tech. Rep. NC-243, St. Paul, MN, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station, APS: 188.
- Priesol A., Polák L. (1991): *Hospodárska úprava lesov*. Príroda, Bratislava, 448.
- Prudič, Z. (1991): Růst ořešáku černého (*Juglans nigra* L.) na LZ Strážnice. *Lesnictví*, **37**: 359-369.
- Russell K., Hemery G.E. (2004): A new tree improvement programme for black walnut in the United Kingdom. Proceedings of the 6th Walnut Council research symposium Black walnut in a new century, Lafayette, IN. Gen. Tech. Rep. NC-243, St. Paul, MN, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station, 168-176.
- Sequens J. (2007): *Hospodářská úprava lesů – souhrn*, nepublikováno.
- Shifley S.R. (2004): The black walnut resource in the United States. Proceedings of the 6th Walnut Council research symposium Black walnut in a new century, Lafayette, IN. Gen. Tech. Rep. NC-243, St. Paul, MN, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station, 168-176.
- Schmid S., Hochbichler E., Lang H.-P. (2006): Wertholzproduktion und Vermarktung auf der Submission. *Forstzeitung*, **3-2006**, 15-17.
- Schmidt T.L. (2000): Black Walnut in the United States. www.ncrs.fs.fed.us/pubs/misc/walnut/p5_21.pdf
- Simon J, Vacek S. (2008): *Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů*. MZLU, Brno, 126.
- Simon J a kol. (2010): *Strategie managementu lesních území se zvláštním statutem ochrany, obecná část I*. *Lesnická Práce*, Kostelec nad Černými Lesy, 568.

- Sturtevant B., R., Seagle S., W. (2004): Comparing estimates of forests site quality in old second-growth oak forests. *Forest Ecology and Management*, **191**: 311-328.
- Šálek L. (2008): Ořešák černý v porostech Strážnického a Kunovického Pomoraví. Sborník referátů, seminář Pěstování nepůvodních dřevin, Česká lesnická společnost, Praha, pp 54-58
- Šálek L., Hrib M. (2008): Introdukované dřeviny v České republice a v Evropě. Sborník referátů, seminář Pěstování nepůvodních dřevin, Česká lesnická společnost, Praha, pp 2-8.
- Šálek L., Zahradník D. (2010): Growth of black walnut (*Juglans nigra* L.) in riparian forests along the river Morava in the area between towns Kunovice and Strážnice (Czech Republic). *Proceedings of Scientific Seminar, Brasov, Romania, (in press)*
- Šálek L., Hejčmanová P. (2011): Comparison of the growth pattern of black walnut (*Juglans nigra* L.) in two riparian forests in the region of South Moravia, Czech Republic. *Journal of Forest Science*, **57**: 107-113.
- Šmelko Š. (2000): *Dendrometria*. Technická universita, Zvolen, 399.
- Tokár F., Krekulová, E. (2005): Influence of phytotechnology on growth, production and leaf area index of black walnut (*Juglans nigra* L.) monocultures in Slovakia. *Journal of Forest Science*, **51**: 213-224.
- UHUL (1990): Taxační tabulky, ÚHÚL. Brandýs nad Labem.
- UHUL (1997): Lesní hospodářský plán LHC Strážnice. ÚHÚL, Brandýs nad Labem.
- UHUL (1999): Oblastní plán rozvoje lesů PLO 35 – Jihomoravské úvaly. ÚHÚL, Brandýs nad Labem.
- Vanniere B. ((1981) *Cours d'Aménagement, 2ème Partie*. GREF, 85.
- Veblen, T.T. (1992): Regeneration dynamics. In: Glenn-Lewin D.C., Peet R.K., and Veblen T.T. (eds). *Plant Succession: Theory and Prediction*. Chapman and Hall, London: 152-187.
- Williams R.D. (1990): *Black Walnut*.
http://www.na.fs.fed.us/Spfo/pubs/silvics_manual/volume_2/juglans/nigra.htm
- Zeide B. (1993): Analysis of growth equations. *Forest Science*, **39**: 594-616.
- Zeman R. (2011): Produkce smíšených a čistých porostů ořešáku černého (*Juglans nigra*) v lužních lesích dolního toku Moravy. diplomová práce, FLD ČZU v Praze, 70.
- Zhang L. (1997): Cross-validation of non-linear growth function for modelling tree height-diameter relationship. *Annals of Botany*, **79**: 251-257
- Žihlavník A. (2005): *Hospodářská úprava lesov*. Technická universita, Zvolen, 389.

Žihlavník A., Marušák R. (2001): Hospodárska úprava lesov, návody na cvičenia. Technická universita, Zvolen, 174

Comparison of the growth pattern of black walnut (*Juglans nigra* L.) in two riparian forests in the region of South Moravia, Czech Republic

L. ŠÁLEK, P. HEJCMANOVÁ

Department of Forest Management, Faculty of Forestry and Wood Sciences, Czech University of Life Sciences, Prague, Czech Republic

ABSTRACT: The black walnut (*Juglans nigra* L.), an introduced species into the Czech Republic, is planted for its production of valuable timber. A systematic study of the black walnut growth rate at different localities and consequently the creation of standard volume tables under Central European conditions therefore appear to be of high relevance. The aim of our study was to reveal the black walnut growth pattern in its pure stands in two riparian forests along the Morava and Svatka River (Strážnice locality and Židlochovice locality, respectively). To describe and to compare relationships among diameter at breast height (dbh), tree height and age, we used a forest management plan and measured 573 and 670 trees in pure sample stands at Strážnice and Židlochovice, respectively. We found out that the measured mean DBH and mean height were consistently higher in Strážnice, however the relationships of DBH to height, age to DBH, and age to height showed the same pattern at both localities. The mean heights of trees were 16.3, 24.1, 28.7, 31.9, and 34.5 m in 20, 40, 60, 80, and 100 year age classes and were consistently taller in comparison with other, mainly European, regions. Therefore our results suggest the high potential of black walnut in timber production in riparian forests in the Czech Republic, mainly in the South Moravian region.

Keywords: growth; *Juglans nigra*; riparian forest; South Moravia

Vzhledem k tomu, že tento článek ve formátu pdf. je hůře čitelný, je v příloze použit manuškript.

Introduction

Black walnut (*Juglans nigra* L.) represents one of the introduced tree species in the Czech Republic. Originally from North America its native distribution ranges from Great Lakes in the north to northern part of Florida in the south and from coastal areas of the Atlantic Ocean to Great Plains in the west. Although in its native area black walnut is found on a variety of sites, it grows best in coves and well-drained bottoms in the Appalachians and the Midwest (BURNS et al, 1990; PONDER 2004). The black walnut is highly valued for lumber and veneers (SHIFLEY 2004) and belongs to the most valuable hardwood tree species in North America (PONDER 2004). This fact, coupled with the walnut's relative rarity has resulted in an ongoing

interest in inventory data detailing location, volume, size and quality of black walnut trees (SHIFLEY 2004).

In Europe the first notes about introducing black walnut are from the beginning of the 17th century when it was planted in parks for amenity purposes. In the 19th century, the black walnut was introduced to forests for its valuable timber, relatively high resistance against harmful factor, and high growth rate (MEZERA 1956). The black walnut is more resistant against harmful factors such as ice floe rubbing tree bark away during floods or against occasional droughts (Mezera, 1956). Pokorný (1952) also claims that in comparison with other tree species the black walnut in the given region (Czech Republic) has only a few species from flora and fauna which could damage it more seriously (rodents, may beetles).

In comparison to the common walnut (*Juglans regia* L.), the black walnut is planted only occasionally in Europe (HEMERY et al. 2010). Despite that rarity, the area of black walnut stands is not negligible in certain countries. For instance, in Croatia the black walnut stands reach 826.8 ha of pure black walnut stands and 3162.3 ha of black walnut plantations (KREMER et al. 2008). In Romania all black walnut plantations are found on the area of 2100 ha and in Hungary they amount to 3400 ha (NICOLESCU 1998).

In the Czech Republic, the oldest stands were established in the Ždánický les (Zdanice's forest) in 1823 (POKORNÝ 1952). Its distribution has been gradually enlarged and as it requires deep rich well-drained loamy soils, the black walnut is nowadays planted mainly in riparian forest in the Natural Forest Area (NFA) No. 35 – Jihomoravské úvaly (South Moravian ravines). According to status in the year 2000, the reduced area of the black walnut in the NFA No. 35 is 492.8 ha which represents 93.7 % from the total reduced area in the Czech Republic (Hrib, 2005).

Although the black walnut in the Czech Republic is planted for its production of valuable timber, the standard volume tables are still missing there and its stand volume is calculated according to the tables for domestic oaks (*Quercus* sp.) (UHUL 1990; PRUDIČ 1991; HRIB et al. 2003). Since the necessity of intensive management, namely thinning interventions, for increasing the black walnut growth rate and production quality was confirmed (TOKÁR, KREKULOVÁ 2005) the creation of standard volume tables under Central European conditions appears of a high relevance. To attain this, a systematic study of the black walnut growth rate at different localities is necessary. The aim of our study was therefore to reveal black walnut growth pattern on its pure stands and to compare its growth at two the most important areas where the black walnut is planted in the Czech Republic, namely in the areas along the

Svratka and Morava rivers, respectively. We hypothesize that the growth pattern does not differ between the two localities.

Materials and method

Study area

The study was conducted at two localities of riparian forests in the South Moravia, both belonging to the FNA No. 35 – Jihomoravské úvaly (Figure 3). The forests provide the same ecological conditions, although two main geological systems meet there: Hercynian and Carpathian (MEZERA 1956). The first one, called “Strážnice”, is located along the river Morava between the towns Uherské Hradiště (coordinates 49°04'07,03''N; 17°27'39,07''E) and Strážnice (48°53'56,99''N; 17°18'57,62''E). The average annual precipitation was 495 mm and the mean annual temperature was 9.0°C (UHUL 1999). The soil types are mainly fluvisols and rarely gley soils in land depressions.

The second locality “Židlochovice” is located along the river Svratka between the town Židlochovice (49°02'15,39''N; 16°37'06,93''E) and the north bank of water constructions systems Novomlýnské nádrže (48°54'31,54''N; 16°36'24,50''E). The average annual precipitation was 585 mm and the mean annual temperature was 9.5°C (UHUL 1999). The soil types are mainly fluvisols and rarely gley soils in land depressions.

While the main forest habitat type at both localities is defined as an alluvial site in lowlands (L1), the localities differ in individual habitat types on which black walnut stands are found (Table 1).

Data collection and analyses

Two sets of data for the both localities were obtained from two sources. The first source was data from the forest management plans (FMP) – mean DBH and mean height per stands. The FMP of Židlochovice (LESROJEKT BRNO 2000) was created for the decade 2000 – 2009 and the FMP of Strážnice (UHUL 1997) for the decade 1997 – 2006. For the analyses, we selected stands consisting of 60% of black walnut at minimum. We used FMP data on diameter at breast height (DBH = 1.3 m), height of tree, and tree age (Strážnice: n (number of selected stands) = 131, Židlochovice: n = 294).

The second data set was collected on sample plots in the study areas in 2008. At the Strážnice locality, 31 circular plots of 300 m² (radius of 9.77 m) were established in pure (100%) black walnut stands and at the locality Židlochovice 32 plots of the same area using the LaserVertex

with a transponder and monopod staff. Thus the experimental design is stratified according to the black walnut composition, the pure stands were selected.

At each plot, all trees were recorded and the diameters at breast height (DBH) (1.3 m) and heights were measured using the electronic caliper (65cm Caliper Haglöf Mantax Digitech) and land laser hypsometer (LaserVertex, Haglöf, Sweden). A total of 573 and 670 trees were measured at Strážnice and Židlochovice, respectively.

The age of sampled stands was taken from FMP and verified by summarizing tree rings in increment cores collected at random using a Pressler's increment borer. To adjoin the age to sampled plots the mean DBH and mean height (MH) were calculated. The mean DBH was considered as the DBH corresponding to the average basal area in the plot. The MH was derived from the logarithmic relation between DBH and height in each plot according to relevant regression formula, in particular for age classes of 20, 40, 60, 80, and 100 years, respectively.

We analysed the data from the FMP and from sample plots separately. Mean DBH, mean height and mean age from FMP were calculated as arithmetical average from individual stands. To evaluate the black walnut growth pattern, three relations (between age and DBH, age and height, and DBH and height) were determined using logarithmic regression (VEBLEN 1992; ŠMELKO 2000). To determine the difference of growth pattern between the two localities, we used the comparison of correlation coefficients. In addition, for data from sampled plots we tested separately the differences in height and DBH between the two localities using ANCOVA with 'locality' as a categorical predictor and DBH and height as covariate, respectively. All the analyses were performed in the STATISTICA software (StatSoft, Tulsa).

Results

Black walnut growth indices from the forest management plan

According to the FMP, the mean age of black walnut stands was 42.2 years (± 1.7 S.E.) and 50.8 years (± 1.3 S.E.) in Strážnice and Židlochovice areas, respectively. In Strážnice, the mean DBH was 23.8 cm (± 0.8 S.E.) and mean height 22.2 m (± 0.6 S.E.) and in Židlochovice, the DBH was 25.9 (± 0.6 S.E.) and mean height 22.3 m (± 0.4 S.E.). The DBH and tree height were highly related with the age at both sites, however this relation was significantly closer in Strážnice than in Židlochovice area (Figure 1a, 1b, Table 2). On the other hand, the DBH and the tree height were highly correlated; however these relations did not differ between the both areas (Figure 1c, Table 2).

Black walnut growth indices measured on pure stands

In Strážnice, the mean measured DBH was 23.0 cm (± 0.5 S.E.) and mean measured height 22.4 m (± 0.3 S.E.) and in Židlochovice, the mean measured DBH was 20.9 cm (± 0.4 S.E.) and mean measured height 21.8 m (± 0.2 S.E.). The differences in mean DBH and mean height between the two localities were statistically significant (ANCOVA for DBH: $F_{(1, 1240)} = 26.70$, $P < 0.001$; ANCOVA for height: $F_{(1, 1240)} = 16.32$, $P < 0.001$). The relationships between DBH and tree height were very close and did not differ between the two localities (Figure 2c, Table 2). The mean age of sample plots were 52 years (± 3.8 S.E., $n=31$) in Strážnice and 54.4 years (± 3.3 S.E., $n=32$) in Židlochovice. In Strážnice, the calculated mean DBH was 30.9 cm (± 2 S.E.) and calculated mean height 27 m (± 1 S.E.). In Židlochovice, the calculated mean DBH was 27.4 cm (± 1.6 S.E.) and calculated mean height 25.8 m (± 0.9 S.E.). The relationships between age and calculated mean DBH and calculated mean height were also very close and did not differ between the two localities (Figure 2a, 2b, Table 2). Relating the black walnut to the age classes, the mean height was consistently higher in Strážnice than in Židlochovice (Table 3).

Discussion

The growth pattern relationships at the two compared localities obtained from the FMP and sample plots were not fully consistent. The FMP showed differences in relation of height and DBH to the age, while sample data showed no difference. The discrepancy is probably caused by difference in method of calculating the mean height and mean DBH on sample plots and within the FMP. The mean values on sample plots were calculated directly from measured data whereas the mean values presented in FMP are based on visual estimation of the mean DBH and mean height of the respective forest stands. We consider therefore the results from sample plots more relevant for black walnut growth pattern assessment.

The results showed that the black walnuts grow in both areas similarly and we can use the complete data for other evaluation, for instance for creation volume tables. On the other hand, we recorded that the black walnut growing in Strážnice were thicker and higher than in Židlochovice. This dissimilarity may be caused by different forest habitat types at both localities which are conditioned mainly by soil sub-types (UHUL 1999).

The black walnut mean height (MH) in 20-years age classes indicate high growth of the black walnut in riparian forests along rivers Morava and Svatka (Table 3, HRIB et al. 2003). For instance, within the area Strážnice, comparing three different habitat types, the best growth

was recorded indeed in the riparian forest (PRUDIČ 1991). In South Moravia, the MH was higher also in comparison with other regions (TOKÁR, KREKULOVÁ 2005; PEDLAR et al. 2007). TOKÁR, KREKULOVÁ (2005) pointed out that heavy crown thinning affected stem and crown characteristics and enhanced the growth. Furthermore, the black walnut reaches even higher MH than other European native dominant tree species growing in the riparian forests such as Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) (POKORNÝ 1952; ČERNÝ et al. 1996) or Narrow-leaved Ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) (POKORNÝ 1952; LESPROJEKT 1981). The tree growth in relation to the age of trees can be also evaluated using a site index (SI) in terms of mean dominant height (MDH) for a given age class (STURTEVANT, SEAGLE 2004; GUO, WANG 2006). However, MDH cannot be equal to MH as it is calculated as the average height of the largest 30% of the trees in the stand (ARES, BRAUER 2004) while the MH is calculated from the whole spectrum of tree height in a stand or sample plots (ŠMELKO 2000). Implicitly, the MDH and hence SI is always higher than MH of the stand. For that reason, together with considering the native range of the black walnut in the North America, ARES, BRAUER (2004) investigating the black walnut growth on plantations, found out higher growth in particular age classes. On the other hand, NIKOLESCU (1998) recorded lower values despite the use of the SI (Table 3). This suggests that the black walnut in the conditions of riparian forests of Central Europe reaches, even in comparison to its native area, high height increment.

Conclusion

The black walnut growth pattern on its pure stands did not differ between the locality Strážnice along the Morava River and the locality Židlochovice along the Svatka River. The black walnut growing in riparian forests in the region of South Moravia (Czech Republic) showed to reach higher growth height in comparison with other regions as well as in comparison to other tree species in the area. Our results therefore suggest the high potential of the black walnut in timber production in riparian forests in the Czech Republic, mainly in the South Moravian region.

Acknowledgement

The study was supported by the National Agency for Agriculture Research QI 102A079.

Figure 1. Black walnut growth pattern relationships at two localities according to forest management plan. Relationship between a) age and diameter at breast height (DBH), b) age and height, c) DBH and height.

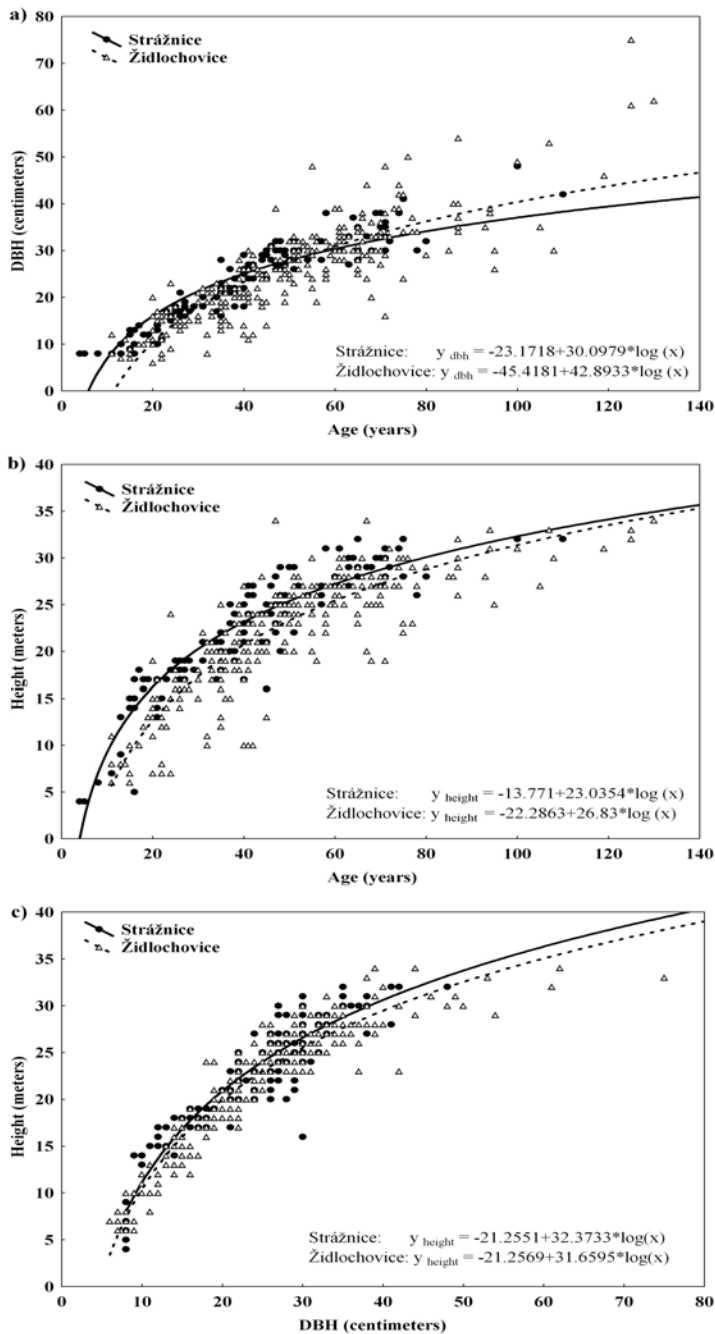


Figure 2. Black walnut growth pattern relationships on pure stands at two localities from sample plots. Relationship between a) age and diameter at breast height (DBH), b) age and height, c) DBH and height.

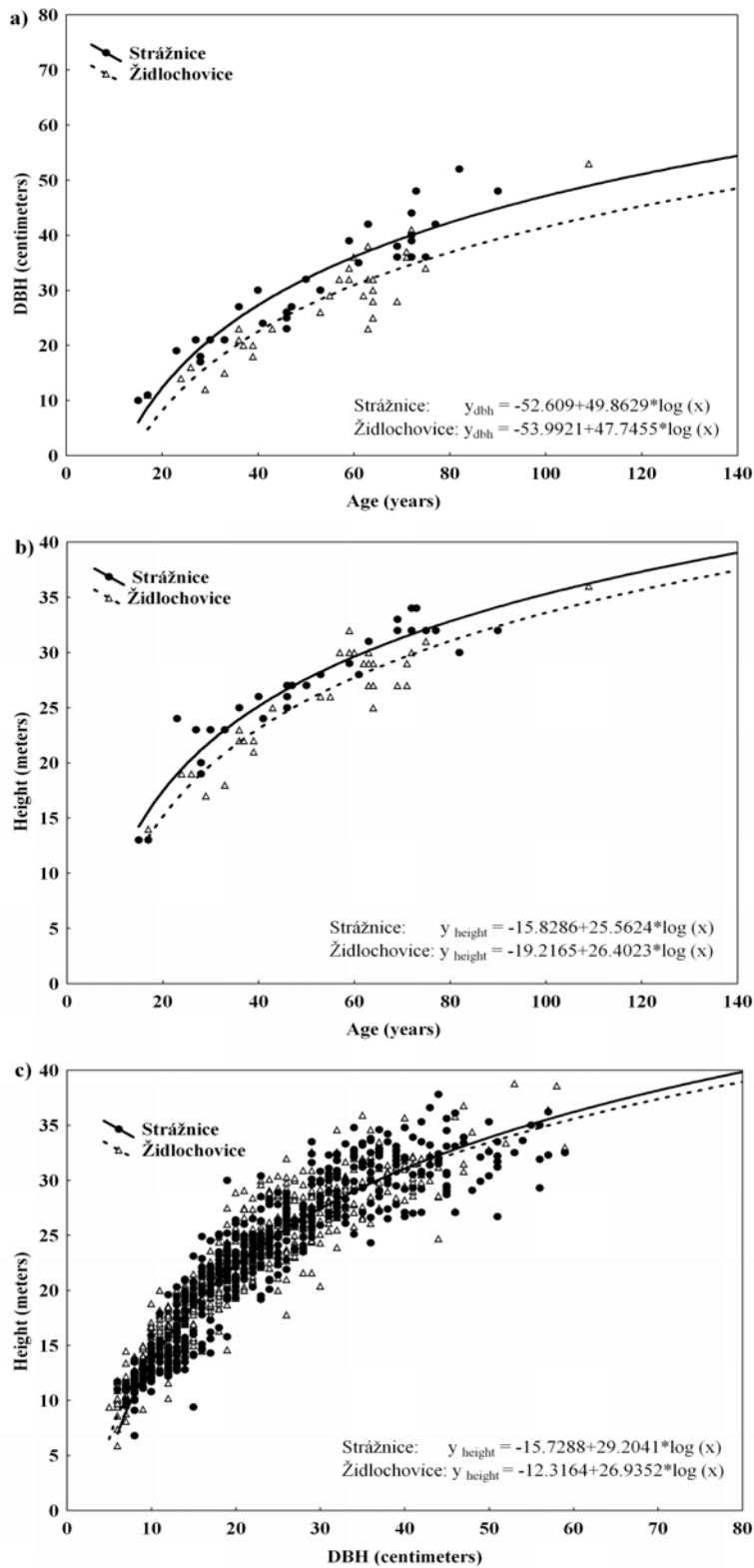


Table 1: Area of forest habitat types in riparian forests on which black walnut stands are found

Locality		Forest habitat type	Area ha	% from locality Strážnice or Židlochovice	% from both localities together
	code	name			
Strážnice	1L0	Transition from oak-ashwood to poplar-elmwood	74.6	52.5	20.7
Strážnice	1L2	elm alluvial forest with <i>Brachypodium</i>	60.3	42.5	16.7
Strážnice	1L9	oak-ashwood with <i>Rubus caesius</i> and <i>Iris pseudacorus</i> on heavy gley soils.	7.06	5	2
Židlochovice	1L1	elm alluvial forests with <i>Rubus caesius</i> on heavy alluvial soils	23	10.5	6.4
Židlochovice	1L2	elm alluvial forest with <i>Brachypodium</i>	103.1	47.2	28.5
Židlochovice	1L4	elm alluvial forest with <i>Brachypodium</i> on light fluvisol	57.2	26.2	15.9
Židlochovice	1L6	elm alluvial forest with <i>Lamium maculatum</i> on elevated places	5.78	2.6	1.6
Židlochovice	1L7	elm alluvial forest on gravel on river Dyje's terraces	2.54	1.2	0.7
Židlochovice	1L8	elm alluvial forest with <i>Brachypodium</i> on fluvisol	5.34	2.4	1.5
Židlochovice	1L9	oak-ashwood with <i>Rubus caesius</i> and <i>Iris pseudacorus</i> on heavy gley soils.	21.74	9.9	6

Table 2: Comparison of the black walnut (*Juglans nigra*) growth pattern at two investigated areas.

Source of data	Locality	Relation	Correlation coefficient	P-value	P-value of comparison of correlation coefficients
FMP	Strážnice	height/age	0.882	< 0.001	0.013
	Židlochovice	height/age	0.808	< 0.001	
	Strážnice	dbh/age	0.931	< 0.001	< 0.001
	Židlochovice	dbh/age	0.862	< 0.001	
	Strážnice	height/dbh	0.901	< 0.001	0.356
	Židlochovice	height/dbh	0.881	< 0.001	
Sample plots	Strážnice	height/age	0.915	< 0.001	0.878
	Židlochovice	height/age	0.908	< 0.001	
	Strážnice	dbh/age	0.923	< 0.001	0.363
	Židlochovice	dbh/age	0.951	< 0.001	
	Strážnice	height/dbh	0.902	< 0.001	0.332
	Židlochovice	height/dbh	0.911	< 0.001	

Table 3. The comparison of tree growth using the mean height (MH) or site index (SI) in different age classes of the black walnut (*Juglans nigra*), Narrow-leaved Ash (*Fraxinus angustifolia*), and Pedunculate oak (*Quercus robur*).

	20 years	40 years	60 years	80 years	100 years
Black walnut MH: Strážnice, own data	17.4	25.1	29.6	32.8	35.3
Black walnut MH: Židlochovice, own data	15.1	23.1	27.7	31.0	33.6
Black walnut MH: average MH from the both localities	16.3	24.1	28.7	31.9	34.5
Black walnut MH in riparian forest (Prudič, 1991)	14	22	26	29	
Black walnut MH (Pokorný, 1952)	12.5	21.2	25.3		
Black walnut MH after thinning (Tokár and Krekulová, 2005)		17.4 (39 years)	28.6 (64 years)		
Black walnut MH (Hrib et al, 2003)					35.9 (107 years)
Black walnut MH (Pedlar <i>at al</i> , 2007)	11.7	16.3 (30 years)			
Black walnut on the best site SI (Ares and Brauer, 2004)	22.0	26.0			
Black walnut on the best site SI (Nicolescu, 1998)	13.5	21.0	25.5		
Ash on site class +1 MH (Lesprojekt, 1981)	12	22	27	30	31
Oak on site class +1 MH (Černý <i>et al</i> , 1996)	13	21	26	30	32

References:

- ARES A., BRAUER D. (2004): Growth and nut production of black walnut in relation to site, tree type and stand condition in south-central United States, *Agroforestry Systems*, **63**: 83-90.
- BURNS, RUSSELL M., HONKALA B. H. (1990): *Silvics of North America*, 1. Conifers; 2. Hardwoods. Agriculture Handbook 654. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC. vol.2: 877.
- ČERNÝ M., PAŘEZ J., MALÍK Z. (1996): Growth and yield tables of main tree species in the Czech Republic (spruce, pine, beech, oak), *Jílové u Prahy, IFER*: 244.
- GUO J-P., WANG J.R. (2006): Comparison of height growth and growth intercept models of jack pine plantations and natural stands in northern Ontario, *Canadian Journal of Forest Resources*, **36**: 2179–2188.
- HEMERY G.E., CLARK J.R., ALDINGER E., CLAESSENS H., MALVOLI M.E., O'CONNOR E., RAFTOYANNIS Y., SAVILL P.S., BRUS R. (2010): Growing scattered broadleaved tree species in Europe in a changing climate: a review of risks and opportunities, *Forestry*, **83**: 65-81.
- HRIB M. (2005): Cultivation of black walnut (*Juglans nigra* L.) in forests of the South Moravia, *Sborník prací institucionálního výzkumu, MZLU Brno*, **2**: 1-78.
- HRIB M., KNEIFL M., KADAVÝ J. (2003): Growth of black walnut (*Juglans nigra* L.) in the floodplain forests of the Židlochovice Forest Enterprise, *Ekológia (Bratislava)*, **22**: 162-176.
- KREMER D., ČAVLOVIĆ J., BOŽIĆ M., DUBRAVAC T. (2008): Distribution and management of black walnut (*Juglans nigra* L.) in Croatia, *Periodicum Biologorum*, **110**: 317-321.
- LESROJEKT BRNO (2000): Forest management plan in the management-plan area Židlochovice, Lesprojekt Brno, a.s., Brno.
- LESROJEKT (1981): Growth tables (Schwappach's), Lesprojekt, Brandýs nad Labem.
- MEZERA A. (1956): Central European lowland riparian forests I,II, Praha, SZN: 301, 362.
- NICOLESCU N-V. (1998): Consideration regarding black walnut (*Juglans nigra*) culture in the north-west of Romania, *Forestry*, **71**: 349-354.
- PEDLAR J.H., FRALEIGH S., MCKENNEY D.W. (2007): Revisiting the work of Fred von Althen – an update of the growth and yield of a mixed hardwood plantation in Southern Ontario, *Forestry Chronicle*, **83**: 175 – 179.

- POKORNÝ J. (1952): Walnuts, Praha, nakladatelství Brázda: 83.
- PONDER F, JR. (2004): Soils and nutrition management for Black Walnut, proceedings of the 6th Walnut Council research symposium, Lafayette, IN. Gen. Tech. Rep. NC-243, St. Paul, MN, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station: 188.
- PRUDIČ, Z. (1991): Growth of black walnut (*Juglans nigra* L.) in the forest enterprise Strážnice, Lesnictví, **37**: 359-369.
- SHIFLEY S.R. (2004): Black walnut in a new century, proceedings of the 6th Walnut Council research symposium, Lafayette, IN. Gen. Tech. Rep. NC-243, St. Paul, MN, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station: 188.
- ŠMELKO Š. (2000): Forest mensuration, Zvolen, Technická universita: 399.
- STURTEVANT B., R., SEAGLE S., W. (2004): Comparing estimates of forests site quality in old second-growth oak forests, Forest Ecology and Management, **191**: 311-328.
- TOKÁR F., KREKULOVÁ, E. (2005): Influence of phytotechnology on growth, production and leaf area index of black walnut (*Juglans nigra* L.) monocultures in Slovakia, Journal of Forest Science, **51**: 213-224.
- UHUL (1990): Yield tables, ÚHÚL, Brandýs nad Labem.
- UHUL (1997): Forest management plan in the management-plan area Strážnice, ÚHÚL, Brandýs nad Labem.
- UHUL (1999): Regional plan of forest development on the Forest Natural Area 35 – Jihomoravské úvaly, ÚHÚL, Brandýs nad Labem.
- UHUL (nedatováno): Hmotové tabulky ÚLT, ÚHÚL, Brandýs nad Labem
- VEBLEN, T.T. (1992): Regeneration dynamics. In: Glenn-Lewin D.C., Peet R.K., and Veblen T.T. (eds). Plant Succession: Theory and Prediction. Chapman and Hall, London: 152-187.