

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Růst a vývoj porostu vejmutovky a metasekvoje čínské na
Kostelecku**

Diplomová práce

Autor: Bc. Jana Rakovcová

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

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra pěstování lesů

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jana Rakovcová

Lesní inženýrství

Název práce

Růst a vývoj porostu vejmutovky a metasekvoje čínské na Kostelecku

Název anglicky

Growth and development of the Eastern white pine and Dawn redwood stands in the Kostelec region

Cíle práce

Cílem práce je stanovit strukturu a vývoj porostů borovice vejmutovky a metasekvoje čínské na lužním stanovišti Černokostelecka. Strukturu a zásobu porostů je možno srovnat s porostem s přirozenou skladbou, rostoucím na stejném stanovišti.

Metodika

Práce předpokládá zapojení studentky do víceletého projektu, který je zaměřen na pěstování a environmentální přínosy pěstování introdukovaných dřevin v českých podmínkách.

Vlastní práce budou probíhat následujícím způsobem:

1. Obnova výzkumných ploch v porostu vejmutovky, metasekvoje a listnatých dřevin přirozené druhové skladby
2. Stabilizace ploch
3. Zaměření pozice stromů, jejich pozice v zápoji
4. Změření parametrů jedinců (H, Hk, DBH)
4. Vyhodnocení výsledků

Doporučený rozsah práce

min. 50 stran textu

Klíčová slova

Introdukované dřeviny, vejmutovka, metasekvoj čínská, lužní stanoviště

Doporučené zdroje informací

- HOFMAN J. 1964: Pěstování douglasky. Praha, Státní zemědělské nakladatelství. 254 s.
- KANTOR P., MARTINÍK A., SEDLÁČEK T. 2002: Douglaska tisolistá na Školním lesním podniku Křtiny. Lesnická práce, 5: 210 – 212.
- KUPKA I., PODRÁZSKÝ V., KUBEČEK J. 2013: Soil-forming effect of Douglas fir at lower altitudes. Journal of Forest Research, 59 (9): 345 – 351.
- KUPKA I., PODRÁZSKÝ V. 2011: Species composition effects of forest stands on afforested agricultural land on the soil properties. Scientia Agriculturae Bohemica. 42, (1): 19 23.
- PODRÁZSKÝ V., ČERMÁK R., ZAHRADNÍK D., KOUBA J. 2013: Production of Douglas-fir in the Czech Republic based on national forest inventory data. Journal of Forest Science, 59 (10): 398 – 404.
- PODRÁZSKÝ V., KUPKA I. 2011: Vliv borovice vejmutovky a metasekvoje čínské na stav nadložního humusu na stanovišti potočního luhu. Zprávy lesnického výzkumu. 56, (Speciál): 14 19.
- PODRÁZSKÝ V., ZAHRADNÍK D., PULKRAB K., KUBEČEK J., PEŇA J.F.B. 2013: Hodnotová produkce douglasky tisolisté /Pseudotsuga menziesii /Mirb./ Franco) na kyselých stanovištích Školního polesí Hůrky, Písecko. Zprávy lesnického výzkumu, 58 (3): 226 – 232.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Elektronicky schváleno dne 24. 3. 2014

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 8. 8. 2014

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 13. 04. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Růst a vývoj porostu vejmutovky a metasekvoje čínské na Kostelecku vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Viléma Podrázského, CSc. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 13. 5. 2015

Jana Rakovcová

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla především poděkovat panu prof. Ing. Vilému Podrázskému, CSc. za jeho cenné a podnětné rady, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce. Děkuji i panu Ing. Jiřímu Kubečkovi za konzultace před sběrem dat. Můj velký dík patří i Bc. Martinu Nohovi za jeho pomoc při terénním měření. Nesmím také zapomenout poděkovat své rodině a přátelům, za jejich velkou a bezmeznou podporu nejen během mého studia.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá růstem a vývojem porostů introdukovaných dřevin - borovice vejmutovky a metasekvoje čínské na lužním stanovišti Černokostelecka. Struktura a zásoba porostů byla srovnána s porostem s přirozenou skladbou (jasan, javor), rostoucím na stejném stanovišti. Výzkum byl proveden na trvalých výzkumných plochách, které již v minulosti byly zkoumány nejen z produkčního hlediska, ale i z pohledu vlivu jednotlivých dřevin na půdu.

Pro získání dat ze sledovaných porostů borovice vejmutovky, metasekvoje čínské a smíšeného listnatého porostu bylo zapotřebí terénních měření, při kterých byly zjištěny jednak dendrometrické veličiny, a to - výšky stromů, výšky nasazení koruny, výčetní tloušťky všech stromů, a jednak zaměření pozice stromů pomocí pásem. Zjištěná data byla zpracována pomocí taxačního programu TAX a programu Microsoft Excel.

Největší zásoba byla vypočítána v porostu metasekvoje čínské i přes to, že je ze sledovaných třech porostů nejmladší. Zásoba činila 641 m³/ha (věk 49 let). Následoval smíšený listnatý porost s 626 m³/ha (věk 55 let). Porost borovice vejmutovky měl porostní zásobu ze tří sledovaných nejmenší – 506 m³/ha (věk 55 let). I u průměrného ročního přírůstu zůstalo pořadí stejné. Porost metasekvoje čínské dosáhl PRP 13,1 m³/ha/rok. I co se celkového běžného přírůstu týče, opět byl porost metasekvoje čínské s 16,4 m³/ha/rok na prvním místě. V porostu borovice vejmutovky vyšel CBP v záporných číslech. Tento fakt byl zapříčiněn menší zásobou porostu v roce 2014 než v roce 2011. Nízká hodnota PRP a záporné CBP u borovice vejmutovky by mohla být způsobena absencí výchovných zásahů a to, že pro borovici vejmutovku je nevhodnější sice vlhké, ale také propustné písčité půdy, které se na zkoumaném porostu nenacházejí.

Stromy na sledovaných porostech byly zkoumány i z hlediska nasazení koruny. Nejdelší koruny, v porovnání s celkovou výškou, měly jedinci metasekvoje čínské. Ve většině případů sahaly pod 1/2 celkové

výšky stromu. Jedinci ve smíšeném listnatém porostu měly koruny zhruba do 1/2 celkové výšky stromu. Stromy v porostu borovice vejmutovky měly vysoko nasazené koruny – cca do 1/3 celkové výšky stromu.

Z hlediska zastoupení dřevin jednotlivých porostů v tloušťkových stupních – v porostu metasekvoje i borovice, kde dosud nebyla provedena výchova, se nachází velká část jedinců slabších tloušťkových stupňů. Naopak smíšený listnatý porost, kde v minulosti byla výchova provedena, se vyznačuje symetrickým rozdělením v tloušťkových stupních.

Tyto porosty introdukovaných dřevin by měly být v rámci dalších výzkumů nadále sledovány, jak již z pohledu jejich produkčních možností, tak i např. jejich vlivu na půdu. Na těchto plochách by bylo vhodné provést např. výchovu porostu.

Klíčová slova: Introdukované dřeviny, vejmutovka, metasekvoje čínská, lužní stanoviště.

Abstract

This diploma thesis deals with the growth and development of stands of introduced species - the Eastern white pine and Dawn redwood on floodplain habitat of the Černokostelecko region. Structure and standing volume of stands were compared with a growth of natural composition (ash, maple), growing in the same habitat. The research was conducted on permanent research plots, which have previously been investigated not only from a production standpoint, but also the perspective of the impact of individual trees on the soil.

To obtain data from the monitored stands of the Eastern white pine, Dawn redwood and mixed deciduous stands were needed field measurements, which were found in one hand using mensurational influentials - tree height, crown height deployment, breast-height diameter of trees and, secondly, the position was determined using tape. The observed data were processed using the program TAX and Microsoft Excel.

The highest standing volume was calculated in the stand of Dawn redwood despite the fact that it is the youngest from all studied tree species, the value was 641 m³/ha (age 49 years), followed by mixed deciduous stand with 626 m³/ha (age 55 years). The stand of the Eastern white pine showed smallest growing stock - 506 m³/ha (age 55 years). Even the mean annual increment remained in the same order. Dawn redwood reached 13.1 m³/ha/year of MAI. Even when current annual increment is concerned, growth was the highest again for Dawn redwood with the value of 16.4 m³/ha/year. The CAI in the Eastern white pine showed negative numbers. This fact was due to lower standing volume in 2014 than in 2011. The low value of MAI and negative CAI with of the Eastern white pine could be caused due to the absence of thinning and that for Eastern white pine is best, although wet, but also permeable sandy soils, which in exploring stand doesn't occur.

Trees on the monitored stands were investigated in terms of the crown length. Longest crown, compared with an overall height, showed Dawn redwood. In most cases it reached more than $\frac{1}{2}$ of the total height of the tree. Individuals in mixed leafy vegetation had crown until about $\frac{1}{2}$ of the total tree height. Trees in a stand of the Eastern white pine should set high crown - about $\frac{1}{3}$ of the total height of the tree.

In terms of diameter distribution - in the stand of Dawn redwood and pine, not thinned yet, there is a large proportion of individuals of lower diameters. Conversely, mixed deciduous stand, which in the past was thinned, is characterized by symmetrical distribution of diameter classes.

These stands of introduced species should be in the context of further research monitored, as in terms of their production possibility, and e.g. their influence on soil. These areas would be appropriate eg. for thinning.

Keywords: Introduced species, Eastern white pine, Dawn redwood, floodplain habitat.

Obsah

1 Úvod.....	14
2 Cíle práce.....	15
3 Literární rešerše	16
3.1 Introdukce	16
3.2 Douglaska tisolistá jako úspěšná introdukovaná dřevina.....	22
3.3 Introdukce na Kostelecku	24
3.4 Metasekvoje čínská (<i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu et Cheng).....	26
3.4.1 Morfologie.....	26
3.4.2 Stanovištní podmínky	27
3.4.3 Historie introdukce	28
3.4.4 Využití.....	29
3.5 Borovice vejmutovka (<i>Pinus strobus</i> L.).....	29
3.5.1 Morfologie.....	29
3.5.2 Ekologie, růst	30
3.5.3 Kořenová soustava	31
3.5.4 Půda	31
3.5.5. Původní rozšíření	32
3.5.6 Introdukce mimo přirozený areál rozšíření.....	32
3.5.7 Rez vejmutovková	34
3.5.8 Další škodliví činitelé	35
3.5.9 Využití.....	36
3.5.10 Dřevo.....	36
4 Metodika	38
4.1 LHC Kostelec nad Černými lesy.....	38
4.1.1 Klima.....	38
4.1.2 Geologické a pedologické poměry	39
4.1.3 Skladba LVS a porostů.....	39
4.1.4 Hospodaření.....	41
4.2 Obecné informace o trvalých výzkumných plochách „Šembera“	42
4.3 Terénní měření.....	47

4. 4 Zpracování výsledků	48
5 Výsledky	49
5.1 Poloha jednotlivých stromů	49
5.2 Zjištěná zásoba na TVP „Šembera“	50
5.2.1 Metasekvoje čínská	50
5.2.2 Borovice vejmutovka	53
5.2.3 Smíšený listnatý porost	56
6 Diskuze	60
7 Závěr	65
8 Seznam literatury a použitých zdrojů	66

Seznam tabulek

Tabulka 1: vybrané cizokrajné dřeviny, které se již uplatňují, nebo přicházejí v úvahu v lesním hospodářství ČR.....	20
Tabulka 2: klimatické podmínky na Kostelecku.....	38
Tabulka 3: stanovištní a porostní charakteristiky studovaných porostů	44
Tabulka 4: zásoba TVP metasekvoje čínské.....	52
Tabulka 5: zásoba TVP borovice vejmutovky.....	55
Tabulka 6: zásoba TVP smíšený porost.....	58

Seznam grafů

Graf 1: procentuální zastoupení jednotlivých LVS na Kostelecku.....	40
Graf 2: procentuální zastoupení jednotlivých dřevin na Kostelecku.	40
Graf 3: procentuální zastoupení nejrozšířenějších introdukovaných dřevin na Kostelecku.....	41
Graf 4: tloušťkové stupně – metasekvoje čínská.	51
Graf 5: poměry koruny metasekvoje čínské k celkové výšce stromu.	51
Graf 6: výškový grafikon - metasekvoje čínská.	53
Graf 7: tloušťkové stupně – borovice vejmutovka.	54
Graf 8: poměr koruny borovice vejmutovky k celkové výšce stromu.	54
Graf 9: výškový grafikon – borovice vejmutovka.....	56
Graf 10: tloušťkové stupně – borovice vejmutovka.....	57
Graf 11: poměr koruny dřevin smíšeného porostu k celkové výšce stromu.	57
Graf 12: výškový grafikon – jasan ztepilý.....	59
Graf 13: výškový grafikon – javor klen.....	59
Graf 14: vývoj porostních zásob na TVP „Šembera“ v letech 2010, 2011, 2014. 60	
Graf 15: PRP na TVP „Šembera“ za rok 2011 a 2014.....	61
Graf 16: CBP na TVP „Šembera“ za rok 2011 a 2014.....	62
Graf 17: tloušťky a výšky středního kmene jednotlivých dřevin za rok 2014.....	63
Graf 18: tloušťkové stupně na TVP „Šembera“.....	64

Seznam obrázků

Obrázek 1: postavení jednotlivých stromů v porostu metasekvoje čínské.....	49
Obrázek 2: postavení jednotlivých stromů v porostu borovice vejmutovky.....	49
Obrázek 3: postavení jednotlivých stromů ve smíšeném listnatém porostu	50

Seznam fotografií

Foto 1: pohled na porost metasekvoje čínské	45
Foto 2: pohled na porost borovice vejmutovky	45
Foto 3: pohled na smíšený listnatý porost.....	46

Seznam map

Mapa 1: umístění TVP „Šembera“	42
Mapa 2: umístění TVP „Šembera“	43
Mapa 3: umístění jednotlivých porostů na leteckém snímku.....	44

1 Úvod

Zavádění introdukovaných dřevin má u nás dlouhou tradici. V počátcích byla důvodem introdukce výživa obyvatel, poté zavádění nepůvodních dřevin do parků a botanických zahrad. Posléze se k nám nové druhy, nejenom dřevin, dostávaly díky stále častějším objevitelským cestám do zámoří. V současné době se nepůvodní dřeviny studují zejména z hlediska zvýšení produkce lesů.

Jak již bylo řečeno výše, důležitým aspektem pro zavedení některých druhů nepůvodních dřevin je zvyšování produkce lesů. Dobrým příkladem je douglaska tisolistá, která může dosáhnout, za vhodných stanovištních podmínek, až o 50 % větší celkovou produkci hroubí než smrk na stejném stanovišti.

Zatímco douglasce tisolisté je u nás věnováno poměrně dost pozornosti, jiné dřeviny jsou zkoumány minimálně, až již pro jejich předpokládanou okrajovost pro lesnickou praxi, nebo pro svoji vzácnost. Cílem výzkumu této diplomové práce, který proběhl na Kostelecku, bylo zdokumentovat růst a vývoj méně běžných introdukovaných dřevin, a to – borovice vejmutovky a metasekvoje čínské na lužním stanovišti Černokostelecka. Smyslem diplomové práce je popsat růst těchto porostů introdukovaných dřevin i v porovnání se smíšeným listnatým porostem, rostoucí nedaleko těchto ploch.

V současné době se jako podklad pro zavedení cizokrajných dřevin berou v potaz data, která se získávají z pokusných výsadeb, které podléhají dlouhodobému sledování. Aby byly detailněji prostudovány nepůvodní druhy dřevin České republiky, jsou v současnosti shromažďována data z mnoha inventarizací. I porosty zkoumané v rámci této práce jsou podrobeny dlouhodobému sledování, ke kterému přispějí i já touto prací.

Tuto diplomovou práci jsem si zvolila kvůli zajímavému tématu méně známých introdukovaných dřevin. Zkoumané porosty jsou nedaleko Prahy, tedy i blízko k mému bydlišti, což ulehčilo sběr samotných dat.

2 Cíle práce

Cílem práce je stanovit strukturu a vývoj porostů borovice vejmutovky a metasekvoje čínské na lužním stanovišti Černokostelecka. Strukturu a zásobu porostů je možno srovnat s porostem s přirozenou skladbou, rostoucím na stejném stanovišti.

3 Literární rešerše

3.1 Introdukce

Pojem introdukce znamená, že určitý druh překonal pomocí člověka hlavní geografickou bariéru. Introdukované rostliny lze obecně rozdělit na ty, které byly zavlečeny do roku 1492 – archeofyty, a ty, které byly zavlečeny po tomto datu – neofyty. Pokud jsou tyto nové druhy schopny v novém prostředí reprodukce, nazýváme je druhy zdomácnělými. Nepůvodní druhy lze definovat jako ty, které nejsou součástí přirozeně se vyskytujících společenstev, nebo společenstev přirozených v určitém regionu. Nepůvodní druhy jsou tedy takové, které se na určitém místě vyskytují jen díky činnosti člověka a které neodpovídají charakteristikám jednotlivých biotopů. Původní druhy jsou naopak takové, jejichž výskyt nesouvisí s recentní činností člověka (Hrib, Šálek 2008).

V České republice má introdukce nepůvodních dřevin dlouhou tradici. Nejprve představovala důvod introdukce výživa obyvatel, poté následovalo zavádění introdukovaných dřevin do parků a botanických zahrad (hlavně dřeviny Severní Ameriky). Další fáze introdukce souvisela se stále častějšími objevitelskými cestami za studiem nových druhů do zámořských oblastí. Poslední fáze, která přetrvává dodnes, je charakteristická studiem nepůvodních dřevin z hlediska zvýšení produkce lesů (Podrázský 2004; Šindelář, Frýdl 2004). Hlavním cílem výsadby cizokrajných dřevin z hlediska produkce nebyla na začátku vždy produkce dřevní hmoty, ale i hmoty nedřevní. Jako příklad lze uvést ořešák vlašský, který byl primárně rozšířen kvůli produkci plodů a až následně byla studována produkce dřeva. Ze stejného důvodu byl v České republice rozšiřován nepůvodní kaštan jedlý a jírovec maďal (Hrib, Šálek 2008).

V současné době mohou vést k použití introdukovaných dřevin různé důvody. Pokud vezmeme v úvahu především hledisko ekonomické a hospodářské, pak se jedná o tato kritéria:

- produkce dřeva a jeho kvalita,
- odolnost proti biotickým i abiotickým činitelům,

- schopnost obsazovat a kolonizovat stanoviště narušené antropogenní činnostmi (nadprůměrné pionýrské vlastnosti),
- estetický význam,
- badatelský význam (Kaňák 2004).

Ve větší míře se začaly do našich lesů dostávat cizokrajné dřeviny až zhruba od poloviny 19. století. I před tím se na našem území začaly objevovat nepůvodní dřeviny, ale v menší míře. Jednalo se jak o import dřevin po roce 1492 z Nového Světa, tak o import dřevin z Asie a Jižní Evropy (Hrib, Šálek 2008).

Tomu, proč by měly být v lesním hospodářství uplatňovány introdukované dřeviny, nahrává fakt, že během doby ledové ve střední Evropě docházelo k vymírání řady druhů, nejen dřevin. Tyto druhy při migraci do mediteránních, jihovýchodních, jihozápadních center a při zpětných posunech, nemohly překonat horská pohoří, která jim stála v cestě. Například v severní Americe, samozřejmě s přihlédnutím na odlišné geografické poměry, je výrazně větší druhová rozmanitost lesních dřevin, než ve střední Evropě (Šindelář, Frýdl 2004).

Jak již bylo řečeno výše, důležitým aspektem pro zavedení některých druhů nepůvodních dřevin je zvyšování produkce lesů. Dobrým příkladem je douglaska tisolistá, která podle jedné studie vykazovala na první bonitě ve věku 80 let, v porovnání se smrkem ztepilým, o téměř 50% větší celkovou produkci hroubí (Šindelář, Frýdl 2004).

Další aspekty, které se zkoumají před případným zavedením nových cizokrajných dřevin, jsou: využitelnost dřeva, jakost, mortalita po výsadbě či zdravotní stav, který ovlivňují biotičtí i abiotičtí činitelé. Co však nebylo v minulosti tolik studováno, v souvislosti s nepůvodními dřevinami, je ekologický aspekt. Co se tohoto aspektu týče, jedná se hlavně o možnost přirozené obnovy, schopnost vytvářet s původními dřevinami vhodné porostní směsi či vliv introdukovaných dřevin na okolní porostní prostředí (Šindelář, Frýdl 2004).

Zavádění nových cizokrajných dřevin v lesním hospodářství v současné době upravuje zákon ČRN č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, který omezuje zavádění nových nepůvodních druhů organismů, tedy i cizokrajných lesních dřevin do krajiny, v zájmu udržení jejich funkcí a stability. V tomto zákoně je uveden zákaz rozšiřování nepůvodních druhů živočichů i rostlin v národních parcích, chráněných krajinných oblastech, přírodních rezervacích i národních přírodních rezervacích. V ostatních případech je nutné povolení orgánů přírody a krajiny. Co se lesního hospodářství týče, v lesním zákoně č. 289/1992 Sb. jsou zmíněna ustanovení, která dovolují pěstování nepůvodních druhů rostlin, takže i dřevin, pokud se hospodaří dle schváleného LHP, nebo podle vlastníkem lesa převzaté LHO (Šindelář, Frýdl 2004; Hrib, Šálek 2008).

Na našem území lze nalézt velké množství výsadeb nepůvodních dřevin. Jedná se jednak o solitéry dřevin vysazené v parcích a jednak o výsadby v lesních porostech tehdejších panství. Zejména na těchto výsadbách v panstvích lze provádět výzkumy potenciálního využití cizokrajných dřevin v lesích ČR (Černá, Hamerník 2004).

V současné době se jako podklad pro zavedení cizokrajných dřevin berou v potaz data, která se získávají z pokusných výsadeb, které podléhají dlouhodobému sledování. Aby byly detailněji prostudovány nepůvodní druhy dřevin České republiky, jsou v současnosti shromažďována data z mnoha inventarizací – je zkoumáno 128 druhů dřevin v různé fázi zplanění, z nichž 17 lze zařadit mezi druhy invazní (Hrib, Šálek 2008). Z výsledků z těchto pokusných výsadeb, a ze zkušenosti s pěstováním jednotlivých nepůvodních dřevin v zahraničí, lze spolehlivě určit, zda je určitá dřevina schopna růstu v našich podmínkách či nikoli. Na těchto pokusných plochách se nové dřeviny zkoumají hlavně ze dvou hledisek. Za prvé se zkoumá, zda je cizokrajná dřevina novým okolím ovlivněna natolik, že její pěstování ztrácí smysl. Jako příklad lze uvést smrk sitku. Za druhé se zjišťuje, zda se dřevina agresivně nerozšiřuje a neutlačuje domácí druhy. Můžeme jmenovat dva takové druhy: střemchu pozdní a trnovník akát (Šindelář, Frýdl 2004).

Mezi dřevinami, jež k nám byly introdukovány, připadá největší podíl na trnovník akát a na cizí druhy smrků (Musil, Hamerník 2007). Trnovník akát je rozšířený zejména v nižších vegetačních stupních, především v PLO č. 35, tedy v Jihomoravských úvalech. Důvod jeho rozšiřování v minulosti byl ten, že tato dřevina roste velmi rychle a tudíž za již velmi krátkou dobu produkuje palivové dříví – nejnižší obmýtí je 7 let (Hrib, Šálek 2008). Z cizích druhů smrků je nejrozšířenější smrk pichlavý. Důvod vysokého rozšíření smrku pichlavého v České republice je to, že se tento smrkový exot začal vysazovat v oblastech, které byly silně poškozeny imisemi (Hrib, Šálek 2008).

V Tabulce 1 jsou shrnuty výsledky úvah pro jednotlivé druhy nepůvodních dřevin, které se již v lesním hospodářství ČR uplatňují, nebo do budoucna mohou pro introdukci přicházet v úvahu. U každé dřeviny se zkoumá 10 kritérií, které jsou v tabulce 1 uvedeny (Šindelář, Frýdl 2004).

Tabulka 1: vybrané cizokrajné dřeviny, které se již uplatňují, nebo přicházejí v úvahu v lesním hospodářství ČR (Šindelář, Frýdl 2004).

	produkční schopnost	jakost dřeva	přizpůsobivost ke stanovišti	vliv na půdu	odolnost ke škodliv. antropog. vlivům	odolnost k biot. i abiot. faktorům	možné šíření chorob	citlivost ke změnám klimatu	vhodnost pro porostní směsi	schopnost přirozené obnovy
Dřeviny	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Douglaska tisolistá	++	++	+	+	+	+	++	+	+	+
Jedle obrovská	++	-	+	+	+	--	++	?	++	+
Jedle vznešená	+	+	+	?	+	+	++	?	+	?
Borovice černá	+	-	+	--	-	-	-	++	-	-
Borovice vejmutovka	+	+	+	+	+	--	+	+	+	+
Borovice pokroucená	+	-	+	-	+	-	?	+	?	?
Zerav obrovský	+	+	+	++	?	?	?	?	?	+
Jedlovec západní	?	?	?	-	?	?	?	?	-	++
Trnovník akát	+	+	++	--	++	++	++	++	--	++
Dub červený	+	+	++	+	+	+	++	+	+	+
Ořešák černý	+	++	+	+	+	++	++	+	+	+
Kaštanovník jedlý	?	+	?	+	?	--	?	+	+	?

Legenda (charakteristika kritéria): ++ velmi pozitivní, + pozitivní, ? nejasný, - negativní, -- velmi negativní, --- zcela negativní.

Z Tabulky 1 vyplývá, že největší perspektivy má, pro pěstování v podmínkách České republiky, u nás nepůvodní dřevina, douglaska tisolistá, o které se zmíním níže v kapitole: Douglaska tisolistá jako

úspěšná introdukovaná dřevina. Další dřeviny, které mohou přicházet v úvahu, jsou: jedle obrovská, dub červený a ořešák černý (Šindelář, Frýdl 2004).

Co se nepůvodních dřevin týče, nelze se nezmínit o problematice pěstování hybridních topolů. Hybridní topoly jsou pro svou vysokou objemovou produkci 450-600 m³/ha, kterou jsou schopny dosáhnout ve věku 25 let, velice ceněnou dřevinou. Zpravidla se jedná o křížence, které nazýváme *Populus x euroamericana*, které v botanické systematice řadíme mezi topoly černé. Tyto topoly byly v Evropě rozšiřovány od 18. století (Hrib, Šálek 2008).

Jednotlivé etapy samotné introdukce lze popsat následovně:

- transfer z oblasti podle účelu využití,
- aklimatizace – několikarocní proces s využitím introdukovaných organismů
- naturalizace – v rámci reprodukce probíhají spontánní hybridizace,
- reprodukce – generativní, vegetativní a in vitro (semenné plantáže),
- domestikace – selekce cílená,
- autoreprodukce – samovýsev, jako výsledek naturalizace a adaptace – samoobnova,
- difúze introdukovaných organismů – invaze – její regulace v zájmu ochrany biodiverzity (Kuba, Tomaško 2005).

Pro introdukované dřeviny je reprodukční materiál získáván z mnoha zdrojů. Jedná se o semenné porosty, uznané porosty, semenné sady, výběrové stromy, genové základny a zdroje identifikované (Hrib, Šálek 2008).

Vztah k cizokrajným dřevinám je v Evropské Unii značně příznivější, než u nás. Je to dáno buď ekonomickou výhodností těchto dřevin (například rychle rostoucí topoly či eukalypty), nebo je tento fakt dán historicky (Maďarsko, Irsko). Návrat k přirozené dřevinné skladbě lesa je

sice velmi důležitý, toto by se ale mělo praktikovat hlavně v lesích, které nejsou určeny k produkci dříví (Hrib, Šálek 2008).

3.2 Douglaska tisolistá jako úspěšná introdukovaná dřevina

Douglaska tisolistá je ve střední a západní Evropě považována za hospodářsky nejvýznamnější introdukovanou jehličnatou dřevinu. Proto je jí v odborném lesnickém tisku těchto zemí věnována velká pozornost. I v České republice je tato dřevina v popředí zájmu, je zkoumána nejenom z hlediska jejich produkčních možností (Kantor, Martiník, Sedláček 2002).

Douglaska tisolistá je považována za nejrychleji rostoucí jehličnatou dřevinu, z toho důvodu je o ni velký hospodářský zájem. Předpokládá se, že dokáže za velmi krátkou dobu vyprodukovat více dřevní hmoty než ostatní obvykle pěstované lesní dřeviny. Navíc je její dřevo velmi dobře využitelné (Hofman 1964).

Výzkum, který byl proveden na začátku 21. století na Školním lesním podniku Masarykův les Křtiny, potvrdil zcela mimořádný produkční potenciál této dřeviny. Ve smíšených porostech s douglaskou tisolistou, ve věku 91-100 let, se horní porostní výška této dřeviny pohybovala v rozpětí 29 – 42 m a průměrná výčetní tloušťka v rozpětí 54 – 79 cm. Objem jednotlivých stromů douglasky ve věku 90 – 100 let dosahoval až 9 m³ (popřípadě i 10 m³). Aby bylo dosaženo podobné produkce, doporučuje se zakládání porostů s douglaskou tisolistou a její pěstování podobné jako na ŠLP Křtiny, zejména se jedná o formu jednotlivě smíšených porostů (Kantor, Martiník, Sedláček 2002).

Podle výzkumu, který se zabýval hodnotovou produkcí douglasky tisolisté na kyselých stanovištích, byl prokázán značný potenciální přínos pro zvýšení jak objemové, tak hodnotové produkce lesních majetků. Běžný přírůst objemový se blížil domácím nejproduktivnějším dřevinám (MD, SM), průměrný přírůst je pak značně předčil, ukazatele hodnotové produkce (běžný a průměrný přírůst hodnotový) pak byly ze sledovaných dřevin nejvyšší. Za předpokladu rozvoje obchodování s touto dřevinou lze

předpokládat, že větší rozšíření této dřeviny může podstatně zvýšit jak objemovou, tak především i hodnotovou produkci lesních porostů (Podrázský et al. 2013b).

Že je dřevo douglasky ceněno dokládá i fakt, že na německém trhu byla v roce 1995 výkupní cena tohoto dřeva vyšší (cca 140 DM za m³), než výkupní cena dřeva smrku či jedle (cca 110 DM za m³) (Kantor, Martiník, Sedláček 2002).

Douglaska tisolistá má nejenom výborný produkční potenciál, ale výsledky z výzkumu z roku 2013 také ukázaly, že pěstování douglasky má i příznivé účinky na chemismus půdy, organické látky v půdě i dynamiku živin. V porovnání s ostatními domácími jehličnatými dřevinami, douglaska tisolistá okyseluje v menší míře horní vrstvy půdy a přispívá ke vzniku lepší formy humusu. Takto vzniklý humus se následně snadno rozloží. Douglaska tisolistá by tedy mohla být na vhodných stanovištích považována za vhodnou částečnou náhradu za smrk ztepilý (Kupka, Podrázský, Kubeček 2013; Podrázský et al. 2013). Douglaska tisolistá může představovat v nižších polohách rovnocennou náhradu za smrk, kvůli své větší toleranci k vlhkostním výkyvům a efektivnějšímu využívání půdní vlhkosti. Proto je v zahraničí označována za „suchý smrk“ či „smrk pro sucho“ (Podrázský, Kupka 2011a).

Proběhlo mnoho výzkumů, které jednoznačně vyloučily negativní působení douglasky tisolisté na stav půd. Rovněž bylo prokázáno příznivé složení jejího opadu s rychlou transformací a mineralizací (Podrázský, Kupka 2011a).

Na Kostelecku proběhly na začátku 21. století výzkumné práce, které se zabývaly vlivem douglasky na pedofyzikální vlastnosti. V 1. sérii bylo zjištěno, že douglaska se jeví jako dřevina s výraznou desukční funkcí a schopností využívat půdní vodu. Tato schopnost může přispívat k vysušení stanoviště, na druhou stranu vysoký potenciál douglasky tisolisté v příjmu vody znamená stabilizaci lesních porostů i v klimaticky nepříznivých podmínkách. V porovnání se smrkovým a listnatým porostem na téže lokalitě, byla objemová hmotnost v porostu douglasky vyšší,

pórovitost naopak nižší. V druhé sérii měření byla v porostu douglasky také zjištěna nízká vlhkost půdy. Objemová vlhkost tady byla nejnižší – dokonce nejnižší ze všech sledovaných porostů dřevin. Objemová hmotnost se od ostatních porostů dřevin nelišila. Výzkum ukázal, že pěstování douglasky tisolisté, ve vhodně zvolené příměsi, vodní režim lesních půd významně neovlivní (Podrázský, Kupka 2011a).

Plocha, kterou zaujímá douglaska tisolistá v České republice, je zhruba 5 600 ha. To je asi 0,22 % z celkové plochy lesů u nás, což je méně, než jaký je u nás potenciál jejího pěstování. V posledních desetiletích byla výsadba introdukovaných dřevin omezena, což přispívá ke zvyšování jejich průměrného věku. Toto zvyšování lze u nás pozorovat zhruba od roku 1980 (Podrázský et al. 2013a).

3.3 Introdukce na Kostelecku

Již v 18. století se lichtenštejnští lesníci na Kostelecku začali zabývat problematikou introdukce dřevin. Bylo zde vybudováno několik školek za účelem produkce sadebního materiálu cizokrajných dřevin. Na začátku se první výpěstky vysazovaly po obvodu školek a kolem významných lesních cest (Černá, Hamerník 2004). Tehdy se při výsadbě introdukovaných dřevin velmi dbalo na estetickou stránku věci. Kolem nových lesních cest se vysazovaly aleje složené z různých druhů cizokrajných dřevin, na estetiku se dbalo i u dřevin rostoucích na rozcestích (Remeš, Neuhöfer 2004). Z některých druhů, které se jeví jako „hospodářsky nadějně“, byly založeny přímo porosty.

První vlna introdukce dřevin na Kostelecku zastavila až I. světová válka (Černá, Hamerník 2004). Na Kostelecku byl pro práci s cizokrajnými dřevinami začátkem 19. století prvním významnějším impulsem vysazování tzv. jesenického modřínu osivem, které pocházelo z Krnova. Na přelomu 19. a 20. století měli lesníci na Kostelecku k dispozici desítky taxonů, pocházející z různých zemí světa. Podle dochovaných inventur to

bylo 51 druhů listnatých dřevin a 65 dřevin jehličnatých (Remeš, Neuhöfer 2004).

Následovala druhá vlna introdukce, která se datuje do 50. a 60. let 20. století. V této druhé vlně bylo založeno mnoho ploch s introdukovanými dřevinami (Černá, Hamerník 2004; Remeš, Neuhöfer 2004). Jednalo se hlavně o výsadu různých druhů smrku, jedle, břízy, ale i exotičtějších druhů, jako korkovníku či metasekvoje. Pro dobrou produkci dříví se vysazovala douglaska a jedle obrovská (Remeš, Neuhöfer 2004). Tyto plochy nám poskytují celou řadu cenných informací o růstu daného druhu dřeviny v ČR (Černá, Hamerník 2004).

Na Kostelecku byl zkoumán vliv nejdůležitějších introdukovaných jehličnatých dřevin (douglaska tisolistá, jedle obrovská a borovice vejmutovka) na stav a vývoj lesních půd. Uvedená studie byla zaměřena na holorganické horizonty a na humusové formy. Stav humusových forem v porostech sledovaných introdukovaných dřevin byl porovnán s porosty přirozené druhové skladby a s dalšími dřevinami (dokonce s porostem metasekvoje čínské). Co se borovice vejmutovky týče, bylo zjištěno, že tato dřevina produkuje chudý, kyselý opad, který je pomalu a nesnadno transformován. Tento opad výrazně vyčerpává a okyseluje půdu, zároveň byl prokázán jako nejextrémnější. Ve srovnání se smrkem produkovaly douglaska a jedle obrovská méně kyselý a bohatší opad. Metasekvoje a listnaté dřeviny vykazovaly poměrně srovnatelný vliv na vznik humusových forem (Podrázský, Remeš 2008).

Další výzkum, který proběhl na Kostelecku, bylo zdokumentovat vliv dvou méně běžných introdukovaných dřevin, a to – borovice vejmutovky a metasekvoje čínské na stav humusových forem. Sledování vlivu těchto dřevin proběhlo na bývalém území Školního lesního podniku na Kostelecku, na plochách, které byly studovány i v rámci této diplomové práce. Borovice vejmutovka na tomto stanovišti hromadila poměrně velké množství nadložního opadu. Třebaže maxima svého akumulčního vlivu dosáhla už v minulých desetiletích; ve starším rozvolněném porostu již opět dochází k poklesu zásoby nadložních holorganických horizontů.

Porost metasekvoje čínské pokračuje v tvorbě efektivního zápoje a v akumulaci nadložního humusu, i když v menším měřítku než borovice vejmutovka. Podle této studie bylo prokázáno poměrně příznivé působení metasekvoje čínské na stav lesních půd, které je srovnatelné s listnatým porostem. Dále bylo zjištěno relativně silné acidifikační působení borovice vejmutovky, kterou lze považovat za druh dřeviny s negativním působením na stav půd. Tomuto faktu je tedy nutné přizpůsobit strategii jejího pěstování – tedy převážně v příměsi s melioračními dřevinami, nebo s dřevinami eliminujícími její nepříliš příznivé působení na půdy (Podrázský; Kupka 2011b).

3.4 Metasekvoje čínská (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng)

Metasekvoje čínská patří do čeledi tisovcovité (*taxodiaceae*) (Bürki, Jakob, Tommasini 2007; Spohn, Spohn 2015). Tato dřevina pochází z Číny, její přirozené stanoviště se nachází v provincii Cu-pej a S'čchuan (Fér, Pokorný 1993; Bürki, Jakob, Tommasini 2007; Musil, Hamerník 2007; Bitner 2012).

3.4.1 Morfologie

Jedná se o strom s řídce kuželovitou korunou (Spohn, Spohn 2015), která je stejnotvará, s vrcholem kmene ostře zašpičatělým (Bitner 2012). Stromy metasekvoje ve svém přirozeném areálu rozšíření mají rozvolněnější koruny, s více dílčími korunami (Goudzwaard, Schmidt 1992). Kmen je nepravidelně rýhovaný, kůra na kmeni postupem času rozpraská a v dlouhých pruzích se odlupuje (Fér, Pokorný 1993). Průměr kmene může být i něco málo přes 2 metry (Úradníček, Chmelař 1995). Ve spodní části se velmi často nacházejí kořenové náběhy (Bitner 2012). Větve metasekvoje čínské jsou stejnoměrně členité a řídce rozmístěné (Bürki, Jakob, Tommasini 2007).

Výška stromu je podle Bürki, Jakob, Tommasini (2007) až 25 m, strom však může dosáhnout výšky i 30 metrů (Fér, Pokorný 1993; Bitner 2012) a podle Úradníčka, Chmelaře (1995) dokonce 35 m. V Číně byly objeveny i jedinci s výškou 35 a 50 m, s tloušťkou kmene kolem 225 cm (Goudzwaard, Schmidt 1992). Tato dřevina v kultivaci, během méně než 20ti let, dorůstá výšky až 15 metrů. Roste tedy rychle, 1 - 1,5 m/rok (Bitner 2012).

Jehlice metasekvoje čínské jsou ploché (Fér, Pokorný 1993; Spohn, Spohn 2015), opadavé, uspořádané vstřícně ve dvou řadách, vzhledem jsou podobné kapradinám. Jsou asi 20 mm dlouhé, na jaře svěže zelené, později během vegetační sezony mírně ztmavnou. Na podzim se zbarví do žlutohnědé, růžové a nakonec do načervenalé hnědé. Jak již bylo řečeno výše, tato dřevina je opadavá – jehlice opadávají v celých brachyblastech (Bitner 2012) během listopadu (Goudzwaard, Schmidt 1992). Metasekvoje čínská je podle jehlic velmi podobná jiné dřevině – *Taxodium districhum* (tisovec dvouřadý). Tisovec má ale na rozdíl od metasekvoje jehlice střídavě uspořádané a vzhledově odlišnou borku (Bitner 2012).

Velikost šišek je zhruba 1,5 - 2,5 cm. Šišky jsou kulovité, nejprve zelené, později se zbarví dohněda a zdřevnatí. Vyrůstají na méně olistěných postranních větvích (Bitner 2012; Spohn, Spohn 2015). Šišky rostou na dlouhých, asi 2 cm dlouhých, stopkách (Fér, Pokorný 1993). V šiškách lze najít 5 – 6 semen, které jsou umístěny za šupinou. Tato semena jsou okřídlená (Úradníček, Chmelař 1995). Šíření semen je jednoduché, lehká semena jsou rozptýlena větrem (Goudzwaard, Schmidt 1992).

3.4.2 Stanovištní podmínky

Co se požadavků na půdu týče, půdy, na kterých metasekvoje roste, mají širokou ekologickou amplitudu (Goudzwaard, Schmidt 1992). Metasekvoje roste na kyselých i bazických půdách (Úradníček, Chmelař 1995). Nejlépe se jí daří na hlubokých, vlhkých, kyprých půdách (Bürki,

Jakob, Tommasini 2007), s přístupem k podzemním vodám (Goudzwaard, Schmidt 1992), blízko řek a potoků v nadmořských výškách 700 – 1400 m n. m (Fér, Pokorný 1993). Úradníček, Chmelař (1995) uvádějí tento rozptyl nadmořské výšky dokonce větší: 400 - 2000 m n. m. Pokud se pěstuje ve vyšších nadmořských výškách, roste tam pomaleji (Bürki, Jakob, Tommasini 2007). Výsadba na hliněných chudých půdách s hlubokou podzemní vodou se nedoporučuje (Goudzwaard, Schmidt 1992). Pokud dobře zakoření, snáší i sušší stanoviště.

Lze ji také pěstovat ve městech ve znečištěném ovzduší (Musil, Hamerník 2007; Bitner 2012). Jedná se o rychlerostoucí, světlomilnou dřevinu (Fér, Pokorný 1993), která v mládí snese boční zástin (Úradníček, Chmelař 1995). Byly provedeny výzkumy, ze kterých vyšlo najevo, že pokud je metasekvoje dostatečně osvětlena, roste mnohem rychleji, než pokud je zastíněna dalšími dřevinami (Goudzwaard, Schmidt 1992).

Metasekvoje je velmi citlivá na pozdní mrazy (Fér, Pokorný 1993; Spohn, Spohn 2015), dobře ale po poškození mrazy regeneruje (Fér, Pokorný 1993). Krátkodobě snáší teploty pod – 25 °C. Je odolná proti větru (Úradníček, Chmelař 1995; Musil, Hamerník 2007).

Zajímavá hodnota průměrného ročního přírůstu, která činí 23,2 m³/ha (Goudzwaard, Schmidt 1992), by mohla být důvodem jejího rozsáhlejšího studia nejenom v České republice.

3.4.3 Historie introdukce

Tento druh je označován jako „živá fosílie“. Byl totiž až do roku 1941 znám pouze ze zkamenělin z doby jurské. Až během druhé světové války byli v Číně objeveni živí jedinci tohoto vzácného druhu, následně byla metasekvoje rozšířena do mnoha zemí světa (Spohn, Spohn 2015). Na území ČR byla introdukována v roce 1949 (Musil, Hamerník 2007). Jedinci tohoto druhu tedy u nás nemohou být starší 70 let. Metasekvoje čínská má dokonce 6 jedinců v okrese Karviná vyhlášených za památné stromy (Kyzlík 2003).

Tato dřevina je v dnešní době běžně vysazována nejen v Evropě, ale i v Severní Americe (Bitner 2012). Klima severní Itálie je pro ni klimatické optimum (Fér, Pokorný 1993). Divoce roste jen na území Číny, v Evropě se pěstuje v parcích i zahradách (Spohn, Spohn 2015).

3.4.4 Využití

Tato rychlerostoucí dřevina má lesnický význam v USA, kde se pěstuje pro výrobu papíru (Goudzwaard, Schmidt 1992; Úradníček, Chmelař 1995; Musil, Hamerník 2007). Dřevo metasekvoje by bylo možné využít i pro vnitřní konstrukce interiérů. Tato dřevina má vysokou dekorativní hodnotu (Goudzwaard, Schmidt 1992).

3.5 Borovice vejmutovka (*Pinus strobus* L.)

3.5.1 Morfologie

Borovice vejmutovka, které se také říká borovice hedvábná (Coombes 2008), dorůstá výšky 30 – 50 m (Fér, Pokorný 1993; Anděra 2000; Štursa 2000). Může však, podle Úradníčka, Chmelaře (1995), dosáhnout výšky i 60 m. Nejvyšší známý jedinec borovice vejmutovky v Evropě roste na Ostravsku (Musil, Hamerník 2007). Průměr kmene má až 3,5 m, dožívá se i 450 let (Úradníček, Chmelař 1995).

Větve mají přeslenovité postavení (Fér, Pokorný 1993; Úradníček, Chmelař 1995), tato dřevina má pyramidální korunu. Kůra je tmavošedá. (Coombes 2008). Na začátku růstu má borovice borku dlouhou dobu hladkou, postupem času podélně rozpuká (Fér, Pokorný 1993; Štursa 2000).

Jehlice jsou po 5 ve svazečku (Fér, Pokorný 1993; Úradníček, Chmelař 1995), 6 - 12 cm dlouhé, měkké, namodrale zelené (Štursa 2000), na stromě zůstávají 2 - 3 roky (Fér, Pokorný 1993).

Samčí květenství jsou žlutá, samičí růžová a raší odděleně na mladých výhonech (Štursa 2000; Coombes 2008). Doba květu je na začátku léta (Coombes 2008).

Šišky jsou zakřivené, podlouhlé, válcovité, 10 - 15 cm dlouhé, podle Anděry (2000) mohou dosahovat v Severní Americe až 20 cm. Visí po 2 - 3 na krátké stopce, roní pryskyřici (Fér, Pokorný 1993). Zpočátku jsou zelené, zralé jsou světle hnědé barvy (Štursa 2000; Coombes 2008). Opadávají brzy po dozrání (Úradníček, Chmelař 1995).

Semeno dosahuje rozměrů 5 - 7 mm, má vejčitý tvar (Fér, Pokorný 1993). Semena, které jsou opatřena křídélky, jsou schopna překonat vzdálenost až 60 m od mateřského stromu. Pokud strom roste na volné ploše, tato vzdálenost může být až 200 m (Musil, Hamerník 2007). Semenné roky se opakují po 3 – 5 letech, přičemž borovice vejmutovka začíná plodit kolem 15. roku (Úradníček, Chmelař 1995). Nejlépe se borovice vejmutovka zmlazuje na písčitých půdách, kde také dobře odolává tlaku ostatních dřevin. Při přirozené obnově této dřeviny se v hospodářském lese nejvíce doporučuje clonná seč, nebo kombinovaná seč s narušením půdního povrchu (Musil, Hamerník 2007).

Tento druh borovice si lze plést s jiným druhem borovice – borovicí himálajskou (*Pinus wallichiana*), ta má ale větší šišky i jehlice (Coombes 2008).

3.5.2 Ekologie, růst

Tato světlomilná dřevina snáší jen slabý boční zástín (Úradníček, Chmelař 1995). Borovice vejmutovka je k zastínění středně tolerantní. Sice může růst při zastínění až 80%, ale v tom případě její výškový přírůst klesá na zhruba 45 % hodnoty z plné ozářenosti (Musil, Hamerník 2007).

Jedná se o nejrychleji rostoucí dřevinu mezi u nás pěstovanými borovicemi, přerůstá všechny listnaté dřeviny a dává značné výnosy (Fér, Pokorný 1993). Výškový růst na počátku vývoje semenáčku vejmutovky je pomalý, kolem 3 let může výška jedince dosáhnout zhruba 13 cm, v pěti letech je výška jedince asi 30 cm, kolem 8 - 10 roku je vejmutovka vysoká zhruba 130 - 140 cm. Následně se přírůsty rychle zvětšují. Tloušťkový růst se zastavuje kolem 250. roku stáří jedince (Musil, Hamerník 2007). Nejvyšší vrchol růstu mají semenáčky mezi 20. - 30. rokem. Semenáčky

borovice vejmutovky mohou dobře růst jednak při plném oslunění, jednak pod zastíněním mateřského porostu, avšak semenáčky musí být vystaveny alespoň 20% relativního ozáření (Musil, Hamerník 2007). Pokud se borovice vejmutovka rozmnožuje z řízků vegetativně, roste jen slabě (Úradníček, Chmelař 1995).

Průměrný roční přírůst hmotový dosahuje (4-) 9 (-11) m³/ha. Zásoba dřevní hmoty může v 50tiletých porostech (na optimálních amerických stanovištích) překročit 500 m³/ha (Musil, Hamerník 2007).

3.5.3 Kořenová soustava

Borovice vejmutovka má kořenovou soustavu sestavenou z několika hlavních silných kořenů, které směřují šikmo do hloubky, takže strom je v podloží dobře zakotven (Fér, Pokorný 1993; Úradníček, Chmelař 1995). Kořenový systém poskytuje dobrou ochranu vejmutovky proti bořivým větrům, avšak za podmínky nepřehoustlého porostu (Musil, Hamerník 2007).

U této dřeviny, v jejím přirozeném areálu rozšíření, je známo časté srůstání kořenů sousedících borovic vejmutovek. Podle výzkumů bylo toto srůstání kořenů prokázáno u 30 – 67 % jedinců ve zkoumaných porostech. Jedinci s takto srostlými kořeny fungují jako jeden organismus, tím pádem se zřejmě oslabuje jejich vzájemná konkurence (Musil, Hamerník 2007).

3.5.4 Půda

Co se nároků na půdu týče, vyžaduje hlubší a vlhčí půdy, ale lze ji pěstovat i na chudých, zvršovatělých půdách. Nejlépe se jí ale daří na vlhkých, propustných písčitých podkladech (Fér, Pokorný 1993). Na vlhkých půdách se nesmí jednat o stagnující vodu. Pokud má tato dřevina dostatek vláhy, roste na začátku svého vývoje (zhruba první desetiletí) velmi rychle (Úradníček, Chmelař 1995). Na půdách jílovitých a špatně propustných se tato dřevina vyskytuje relativně málo (Musil,

Hamerník 2007). Roste jak na vápencích, tak i na kyselých horninách. Na kyselých horninách, např. ruly, žuly, pískovce, fylity, se jí daří lépe (Úradníček, Chmelař 1995). Borovice vejmutovka je vhodná jako dřevina přípravná na chudých půdách, je také vhodná na neplodných místech, protože i na takových místech se jí daří dobře (Fér, Pokorný 1993). Jako pionýrský druh nalétá například na opuštěnou zemědělskou půdu, která musí být nezabuřeněná a dobře propustná, na místa po polomech, požárech a podobně (Musil, Hamerník 2007).

3.5.5. Původní rozšíření

Borovice vejmutovka pochází ze Severní Ameriky, z její východní části (Fér, Pokorný 1993; Úradníček, Chmelař 1995; Štursa 2000; Coombes 2008), nejvíce se vyskytuje mezi 43. – 47. stupněm severní šířky. Její původní rozšíření je tedy okolo Velkých jezer (Fér, Pokorný 1993). Borovice vejmutovka je ve své domovině označována za „krále borovic“. Jedná se o největší a nejrychleji rostoucí koniferu severovýchodní části Severní Ameriky. Je to jedna z nejcennějších a nejproduktivnějších dřevin (Musil, Hamerník 2007).

V přirozeném areálu rozšíření je vejmutovka jedna z hlavních hospodářských dřevin. Roste tam nejvíce ve smíšených lesích společně s borovicí těžkou a borovicí Banksovou, s jedlí balzámovou, smrkem červeným a smrkem sivým. Ve východní části Severní Ameriky je to nejvyšší a hospodářsky velmi významná dřevina (Štursa 2000). Výzkumy ukázaly, že populace rostoucí na severu, roste pomaleji než jižní, na druhou stranu jsou ale severské populace odolnější vůči znečištěnému ovzduší a škodám sněhem. Další výzkumy naznačují existenci provenience rezistentní ke rzi vejmutovkové.

3.5.6 Introdukce mimo přirozený areál rozšíření

Poprvé přivezl borovici vejmutovku do Evropy v roce 1605 kapitán G. Weymouth. Podle jeho příjmení byla borovice pojmenována (Štursa

2000; Musil, Hamerník 2007). Záhy se z ní stala velmi rozšířená parková dřevina, která se též pro svou odolnost a přizpůsobivost často pěstuje v lesních kulturách (Štursa 2000). Vejmutovka byla tedy mezi prvními dřevinami ze Severní Ameriky, které se začaly v Evropě lesnický využívat. Postupem času se tato dřevina stala nejčastěji vysazovanou nepůvodní dřevinou (Úradníček, Chmelař 1995).

U nás se první úspěšné pokusy s jejím zaváděním datují od roku 1776, kdy se zásluhou Ignáce Ehrenwertha začala vejmutovka pěstovat v lesích u Chomutova (Nožička 1963).

Na severní polokouli, v mírném pásu patří tato dřevina, mimo areál jejího přirozeného rozšíření, mezi nejčastěji pěstované americké dřeviny (Fér, Pokorný 1993). Dnes je dosti rozšířena po celé západní, střední a východní Evropě (Kyzlík 2003). V Evropě se v současnosti vejmutovka pěstuje nejčastěji v Německu a České republice – u nás je to zhruba 2 tis. ha redukované lesní plochy (Fér, Pokorný 1993). Vyhlášených památných stromů borovice vejmutovky je u nás velmi málo – jen 8 jedinců, a to na šesti lokalitách (Kyzlík 2003). Na našem území patřila v minulosti mezi lesnický nejnadějnější introdukované dřeviny, nyní se však pohled na ni mění a to ze dvou důvodů (Fér, Pokorný 1993).

Jednak je to fakt, že borovice vejmutovka se na některých lokalitách České republiky (Labské pískovce, NP České Švýcarsko) chová jako invazní dřevina, která vytlačuje původní taxony. Např. invaze borovice vejmutovky v NP České Švýcarsko je jedním z hlavních problémů v péči o lesní ekosystémy na daném území. Tím, že je borovice vejmutovka v porostech NP přítomna, se zásadně mění, respektive klesá druhová pestrost porostů. Ubývá díky vejmutovce mechové, bylinné patro a lišejníky. Je to způsobeno zástínem a silnou vrstvou vejmutovkové hrabanky (Klitsch, Härtel 2004).

Na druhé straně je to rez vejmutovková, která napadá tuto dřevinu a kvůli které se vejmutovka v několika evropských zemích téměř nebo zcela přestala pěstovat (Musil, Hamerník 2007). Nejvíce tedy borovici

vejmutovku ohrožuje houba rez vejmutovková - *Cronartium ribicola* (Fér, Pokorný 1993).

3.5.7 Rez vejmutovková

Rez vejmutovková (*Cronartium ribicola* Fisch.) patří mezi významné houbové škůdce druhů borovic s 5 jehlicemi ve svazečku – v České republice pak především borovice vejmutovky (Soukup 2000).

Před příchodem Evropanů do Ameriky byla borovice vejmutovka ve své domovině velmi ceněnou dřevinu, která produkovala velké množství dřevní hmoty. Na konci 19. století však byly velké části porostů vejmutovky vykáčeny, na konci 20. století byla do Ameriky zavlečena rez vejmutovková, která dílo zkázy dokončila (Musil, Hamerník 2007). Udává se, že v té době dosáhlo napadení borovic vejmutovek rzí vejmutovkovou i v Evropě na řadě lokalit kalamitního rozsahu (Soukup 2000).

Je zajímavé to, jak vlastně byla rez vejmutovková do Ameriky z Evropy zavlečena. Zhruba ve 2. polovině 19. století došlo v Americe k poklesu zásob dřeva pilařsky vysoce ceněné borovice vejmutovky. To zapříčinilo zvýšené zalesňování touto dřevinou a logickou větší poptávku po jejím sadebním materiálu. Vysoké ceny sadebního materiálu ale zapříčinily, že se sazenice této dřeviny začaly dovážet z Evropy, u kterých však nebyly dodrženy patřičné fyto karanténní předpisy a které byly nakaženy rzí vejmutovkovou. Na začátku 20. století začala rozsáhlá obranná opatření, která byly vedena hlavně proti keřům z rodu *Ribes*, které jsou mezihostitelem rzí. Tyto keře byly ničeny na území více než třiceti států USA. I přes tato obranná opatření se rez vejmutovková šířila dále, zejména v závislosti na počasí – pro rozšiřování rzí bylo nepříznivé sucho. Ve výzkumech se nakonec ukázalo, že obranná opatření nezabírají. Nepotvrdilo se ani to, že by byl nějaký rozdíl mezi lokalitami, kde se proti rzí bojovalo a mezi lokalitami, které se nechaly bez obranných opatření (Musil, Hamerník 2007).

Přesto byl v roce 1994 v Kanadě zahájen program ochrany proti rzi, ze kterého vzešlo několik doporučení:

- pro výsadbu upřednostňovat střední a horní části svahů,
- preferovat sušší jižní expozice s propustnými půdami,
- vysazovat borovici vejmutovku ve směsi v poměru 30:70 (se smrkem černým),
- před samotnou výsadbou provádět skarifikaci nebo kontrolovaný požár, aby byly zredukovány mezihostitelé rzi a došlo k eliminaci organické vrstvy,
- provádět vyvětňování infikovaných jehlic před tím, než rez vejmutovková proroste až ke kmeni,
- možnost použití fungicidu Bayleton (Musil, Hamerník 2007).

Také kříženci s borovicí evropskou nebo borovicí himálajskou mohou být podle výzkumů odolní, nebo alespoň odolnější vůči rzi vejmutovkové (Musil, Hamerník 2007).

V současnosti je rez vejmutovková rozšířena téměř v celém severním pásu (v Eurasii a Severní Americe), tedy tam, kde jsou rozšířeny právě borovice s pěti jehlicemi ve svazečku – tedy i na borovici vejmutovce. Jsou tedy studovány i další možnosti boje proti ní. Jedním z nich je využití hyperparazitické houby *Tubercularia maxima* Rostr. k biologickému boji proti rzi vejmutovkové, zatím však bez větších úspěchů. Největší naděje do budoucna jsou tedy vkládány do vyšlechtění rybízů (hlavní mezihostitel rzi) či ještě lépe borovic rezistentních vůči rzi (Soukup 2000).

3.5.8 Další škodliví činitelé

Borovice vejmutovka je také náchylná na sněhovou pokrývku, při které mohou vznikat sněhové polomy (Fér, Pokorný 1993; Úradníček, Chmelař 1995). Borovice vejmutovka je málo odolná vůči škodám zvěří – vytloukání, loupání, okusu – takovým poškozením špatně odolává a špatně se po těchto škodách hojí (Fér, Pokorný 1993). Zvláště mladé stromky jsou choulostivé (díky tenké kůře) na poškozování zvěří. Pokud

je ulomen vrcholek, špatně se takto poškozený strom regeneruje (Úradníček, Chmelař 1995).

Borovici vejmutovku lze pěstovat ve městech a snáší dobře případné exhalace. Vůči znečištěnému ovzduší není sice tak odolná, jako např. borovice černá, ale na druhou stranu je odolnější vůči znečištění než např. smrk ztepilý či borovice lesní (Musil, Hamerník 2007). Proti imisím ji chrání výrazná vosková vrstva na jehlicích. Borovice vejmutovka je velmi tolerantní i vůči imisím v Krušných horách (Kaňák 2004).

3.5.9 Využití

Jedná se o vhodnou dřevinu pro zalesňování holých ploch. Lze ji využít pro výsadbu plantáží vánočních stromků (tato dřevina dobře snáší zastříhování výhonů při modelaci do požadovaného tvaru koruny). Hojně se využívá v sadovnictví pro její estetické vzezření (Musil, Hamerník 2007).

Jedná se o dřevinu, která se hojně vysazuje v parcích, zejména starší, samostatně rostoucí jedinci, působí velmi dekorativně. Vysazuje se i vzácný zakrslý kultivar Nana (Fér, Pokorný 1993; Úradníček, Chmelař 1995). Tam, kde roste, záhy po vysazení, jehličím zakrývá půdu a tím potlačuje buřeň. Její dřevo se hůře rozkládá, proto se z ní může tvořit, zvláště ve vlhkých oblastech, surový humus (Fér, Pokorný 1993).

3.5.10 Dřevo

Její měkké, velmi lehké, štěpné a snadno opracovatelné dřevo, má široké spektrum upotřebení. Využívá se jako dřevo stavební, vláknina, k výrobě nábytku, zápalek, překližek, tužek apod. (Fér, Pokorný 1993). Hlavní český výrobce tužkárenských prkének – firma Neva – má již vyvinutou technologii na pořez, sušení a barvení dřeva borovice vejmutovky. Tato firma ročně pořeže cca. 12 tis. m³ vejmutovky jak z domácí produkce, tak z dovozu (Reisner 2004).

Dřevo je bez suků, málo sesychá, je velmi trvanlivé v zemi i ve vodě, avšak má malou pevnost a pružnost (Nožička 1963). Starší dřevo borovice vejmutovky je bohatší na pryskyřici, velmi podobné dřevu smrkovému (Musil, Hamerník 2007).

Na území USA bylo dřevo borovice vejmutovky 300 let považováno mezi jehličnatými dřevy za nejlepší. I dnes je vejmutovka tam, kde se tato dřevina ve větší míře pěstuje, pilaři přednostně požadována. Vejmutovka poskytuje také dehet, který se používá jako antiseptikum (Musil, Hamerník 2007).

Zajímavostí o dřevě vejmutovky je to, že až do Americké revoluce (na konci 18. století) mělo britské Královské loďstvo vyhrazeno právo na veškeré (americké) dřevo vejmutovky na stavbu lodních stožárů (Musil, Hamerník 2007).

4 Metodika

4.1 LHC Kostelec nad Černými lesy

Území Školního lesního podniku se nachází 25 – 50 km jihovýchodně od Prahy. Nadmořská výška na území ŠLP se pohybuje v rozmezí 210 – 528 m n. m. Největší část území spadá pod Přírodní lesní oblast 10 - Středočeská pahorkatina. Středočeská pahorkatina zaujímá 98,5 % území (Tauchman 2011).

4.1.1 Klima

Tabulka 2 zobrazuje klimatické podmínky na Kostelecku. Tyto údaje jsou převzaty z meteorologické stanice Truba, která se v těchto místech nachází.

Většina porostů leží v mírně vlhké a mírně teplé oblasti s mírnou zimou. Klima na Kostelecku je tedy semihumidní. Převládající větry nejčastěji vanou od severozápadu (Tauchman 2011).

Tabulka 2: klimatické podmínky na Kostelecku (Tauchman 2011).

Průměrná roční teplota	8,14 °C
Průměrná teplota nejchladnějšího měsíce (leden)	-1,92 °C
Průměrná teplota nejteplejšího měsíce (červenec)	17,82 °C
Maximální dosažená teplota (12. 7. 1991)	40,8 °C
Minimální dosažená teplota (8. 1. 1985)	-28,5 °C
Roční úhrn srážek - nejvlhčí rok (1997)	890 mm
Roční úhrn srážek - nejsušší rok (1990)	426 mm
Průměrný roční úhrn srážek	662,6 mm
Vegetační období	duben - září
Nadmořská výška	210 - 528 m n. m.

4.1.2 Geologické a pedologické poměry

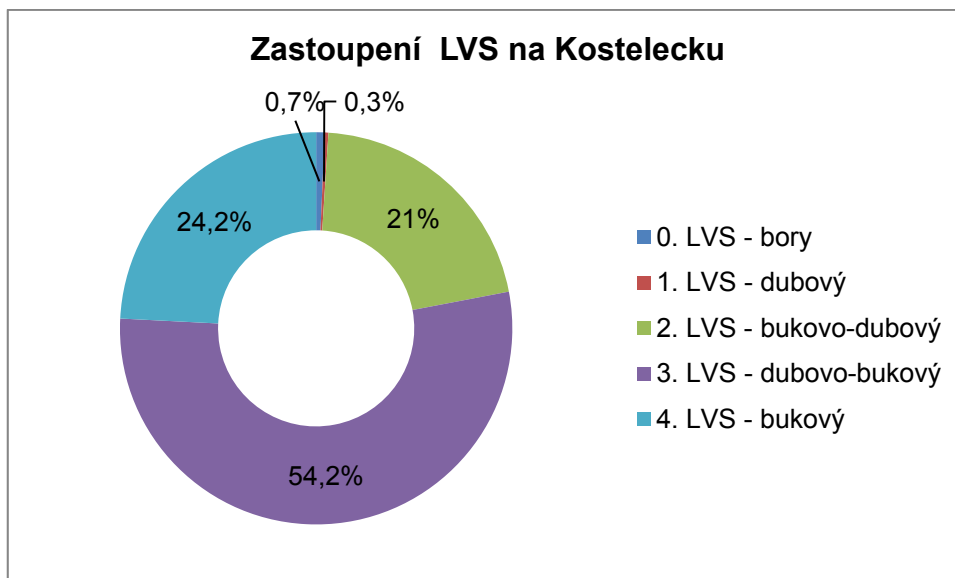
Geologické poměry na Kostelecku jsou velmi různorodé. Permokarbon je nejrozšířenějším útvarem na ŠLP. Nachází se v severní a ve východní části. Skládá se hlavně ze slepence, pískovce, arkozy, břidlice, lupky a brekcie. Tyto horniny dobře zvětrávají a vznikají půdy dvojího typu. Jednak to jsou půdy písčité až písčitohlinité, které vznikají ze slepenců a pískovců, a jednak vznikají těžké jílnaté hlíny a jíly, které vlivem zvětrávání vznikají z lupků (Tauchman 2011).

V jihozápadní části území je významně zastoupen středočeský pluton, který z velké části tvoří porfyrický biotitický granodiorit – říčanská žula. Půdy, které vznikají na těchto podkladech, jsou zrnitostně velmi různorodé a minerálně slabé. Velmi významné jsou také pleistocenní hlíny, které jsou většinou sprašové a jsou velmi cennou matečnou horninou. Vznikají na nich půdy s dobrými chemickými a fyzikálními vlastnostmi. V terénních depresích a na plošinách dochází mnohdy k oglejení (Tauchman 2011).

Nejběžnějším půdním typem na Kostelecku je mezotrofní kambizem, dále oligotrofní kambizem, následují pseudogleje a oglejená kambizem. Méně významné jsou luvizemě, fluvizemě a podzoly (Remeš, Neuhöfer 2004).

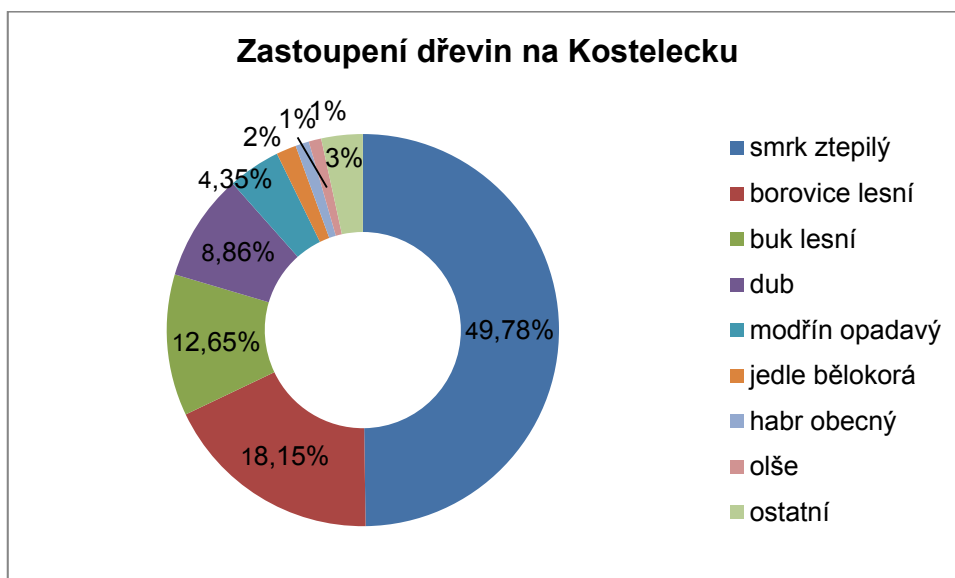
4.1.3 Skladba LVS a porostů

Na Školním lesním podniku jsou tyto LVS: 0. lesní vegetační stupeň (bory), 1. lesní vegetační stupeň (dubový), 2. lesní vegetační stupeň (bukovo-dubový), 3. lesní vegetační stupeň (dubovo-bukový) a 4. lesní vegetační stupeň (bukový). Nejvíce je zastoupen 3. LVS, zaujímá 53,8 % území. Procentuální zastoupení jednotlivých LVS na Kostelecku je znázorněno v Grafu 1 níže (Tauchman 2011).



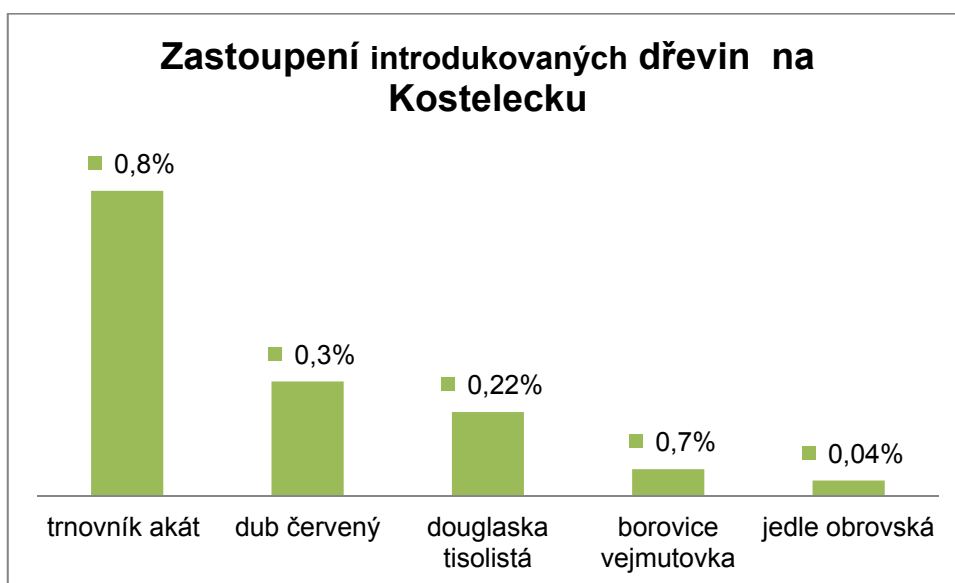
Graf 1: procentuální zastoupení jednotlivých LVS na Kostelecku.

Co se zastoupení jednotlivých dřevin týče, nejvíce je zastoupen smrk ztepilý (s téměř 50 %), dále borovice lesní, buk lesní, dub a modřín opadavý. Procentuální zastoupení jednotlivých dřevin je zobrazeno v Grafu 2 (Tauchman 2011).



Graf 2: procentuální zastoupení jednotlivých dřevin na Kostelecku.

Z Grafu 2 vyplývá, že kolem 3 % jsou zastoupeny ostatní dřeviny. Do ostatních dřevin jsou zahrnuty i dřeviny introdukované. Největší zastoupení z nich má na ŠLP trnovník akát (0,8 %), dub červený (0,3 %), douglaska tisolistá (0,22 %), borovice vejmutovka (0,07 %) a jedle obrovská 0,04 %. Přehledně je to zobrazeno na Grafu 3. Ostatní introdukované dřeviny mají jen zanedbatelné zastoupení (Tauchman 2011).



Graf 3: procentuální zastoupení nejrozšířenějších introdukovaných dřevin na Kostelecku.

4.1.4 Hospodaření

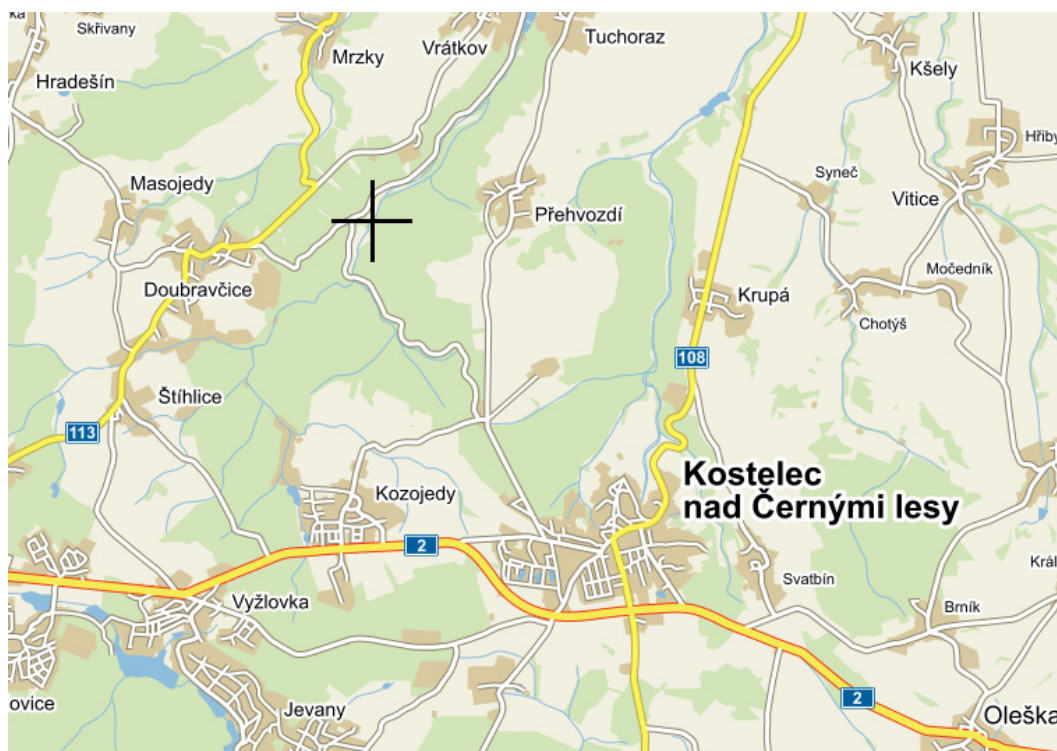
Cíle hospodaření ŠLP je možné popsat následovně. Jedná se o univerzitní pracoviště, které by mělo maximálně podporovat výzkumné úkoly České zemědělské univerzity v Praze a spolu s řešiteli těchto výzkumů prezentovat výsledky, aby bylo možné zavést tyto výsledky výzkumů do praxe. Hospodářské zásahy by měly být prováděny dle pokynů řešitelů výzkumů, měla by se vést podrobná evidence o trvalých výzkumných plochách. Měly by být zajištěny vhodné prostory v lesních porostech pro výuku studentů Fakulty lesnické a dřevařské z ČZU v Praze, nejenom pro výuku odborných lesnických předmětů, ale i pro praktická cvičení a praxi. Způsob hospodaření by měl být podřízen snaze o trvale

udržitelný les, zároveň by se mělo využívat přirozené obnovy lesa, která v posledních letech vzrostla o patnáct procent (Remeš, Neuhöfer 2004).

Nejvíce se na Kostelecku, na Školním lesním podniku, uplatňuje holosečný a podrostní hospodářský způsob, méně už násečný. Zejména na výzkumných plochách, v ojedinělých případech, se uplatňuje hospodářský způsob výběrný. V LHP LHC ŠLP Kostelec, jsou tyto závazné ukazatelé (jedná se o období 1. 1. 2001 – 31. 12. 2010): výše předmýtních těžeb – 59 560 m³, celková maximální výše těžeb – 425 519 m³ a min. plošný rozsah výchovy do 40 let věku – 1 667,05 ha (Remeš, Neuhöfer 2004).

4.2 Obecné informace o trvalých výzkumných plochách „Šembera“

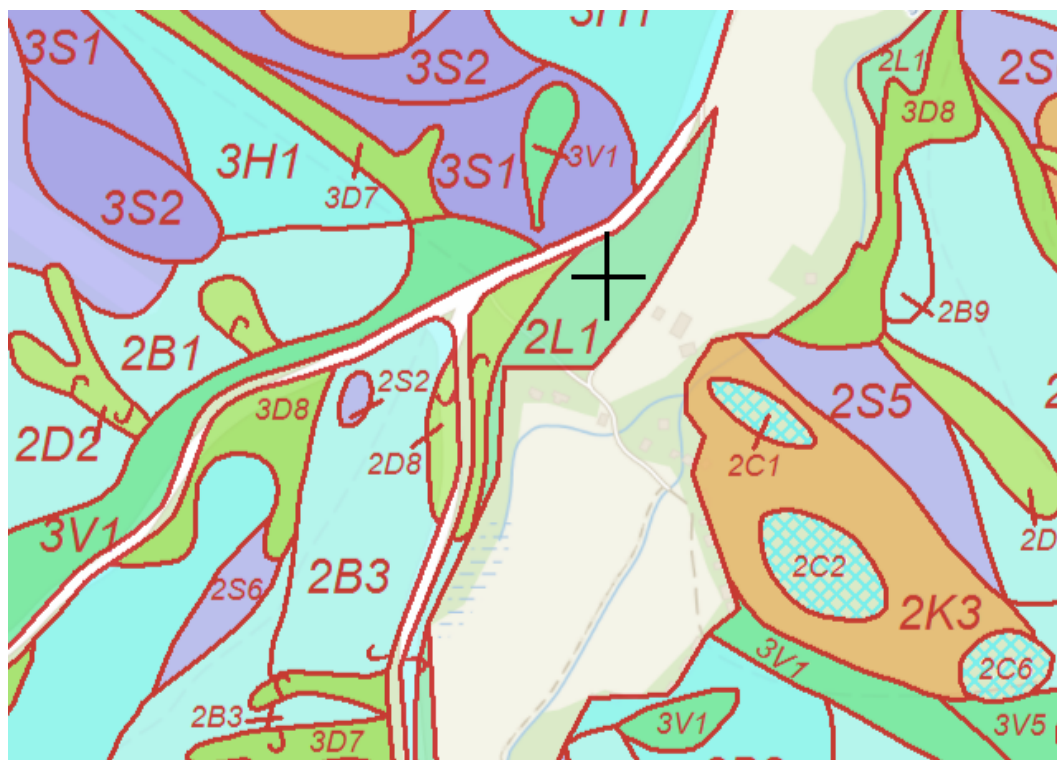
Tyto trvalé výzkumné plochy „Šembera“ se nachází asi 5 km na sever od města Kostelec nad Černými lesy (viz mapa 1).



Mapa 1: umístění TVP „Šembera“ (www.mapy.cz, M 1:100 000).

Toto území náleží k Městským lesům města Český Brod, těsně sousedí se Školním lesním podnikem. Do navrácení původnímu majiteli bylo ŠLP obhospodařováno a byly zde zakládány i výzkumné plochy. Průměrná roční teplota na této lokalitě je 8,4 °C (dle údajů z meteorologické stanice Truba), průměrný roční úhrn srážek je okolo 600 mm. Trvalé výzkumné plochy leží v nadmořské výšce zhruba 250 m n. m. (Tauchman 2011).

Na této lokalitě byly zkoumány tři porosty – porost metasekvoje čínské, borovice vejmutovky a smíšený listnatý porost (viz Mapa 3, přičemž porost metasekvoje čínské označen: 1, borovice vejmutovky označen: 2 a porost smíšený listnatý označen: 3). Porost metasekvoje čínské byl založen z materiálu importovaného ze země původu – Číny – a množen vegetativně (Podrázský, Remeš 2008; Podrázský, Kupka 2011b). Plochy patří k hospodářskému souboru (HS) 25 a souboru lesních typů (SLT) 2L (Tauchman 2011).



Mapa 2: umístění TVP „Šembera“ (mapa typologická, SLT 2L, www.uhul.cz, M 1:5 000).

Stanovištní a porostní charakteristiky studovaných porostů jsou popsány v Tabulce 3, viz níže.

Tabulka 3: stanovištní a porostní charakteristiky studovaných porostů (Podrázský, Kupka 2011b).

Plocha	1	2	3
Druh	metasekvoje čínská	borovice vejmutovka	smíšený porost
Porost	13L3	13L4	13L3
Věk (v roce 2014)	49 let	55 let	55 let
SLT	2L	2L	2L
Nadmořská výška	250 m n. m.	250 m n. m.	250 m n. m.



Mapa 3: umístění jednotlivých porostů na leteckém snímku (www.mapy.cz, M 1:2 500).



Foto 1: pohled na porost metasekvoje čínské (autorské foto, foceno: jaro 2015).



Foto 2: pohled na porost borovice vejmutovky (autorské foto, foceno: jaro 2015).



Foto 3: pohled na smíšený listnatý porost (autorské foto, foceno: jaro 2015).

Všechny tři porosty spolu sousedí, leží hned vedle sebe. Byli zde odklizeni odumřelí jedinci, výchova však provedena nebyla. Lokalita s porosty je dobře zásobena vodou i živinami, jelikož porosty leží v údolním deluviu. Toto umístění by mělo vyhovovat hlavně metasekvoji čínské, kvůli k jejím stanovištním nárokům (Tauchman 2011). Podle Remeše, Neuhöfera (2004) se zde nacházejí naplavené, geneticky ustálené půdy, s vysokou nasyceností sorpčního komplexu a s dostatečným množstvím živin, které mohou mít občas zhoršené fyzikální vlastnosti. Stanoviště je potoční, olšový luh a půdy bohaté fluvizemě (Podrázský, Remeš 2008; Podrázský; Kupka 2011b).

Ohrožení těchto porostů by mohla představovat silná buřeň, zvěř a klikoroh. Cílová druhová skladba je následující: DB6, BO2, MD1, BK(LP)1, HB, JV, JS. Alternativa této cílové druhové skladbě je: BO6, DB2, MD1, BK(LP)1, HB, JV. Minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin 20%, maximální podíl introdukovaných dřevin JDO 2%, DG 4% (Remeš, Neuhöfer 2004).

4.3 Terénní měření

V rámci získání dat pro diplomovou práci na téma: Růst a vývoj porostu vejmutovky a metasekvoje čínské na Kostelecku, bylo potřeba venkovních šetření přímo na trvalých výzkumných plochách (TVP) „Šembera“. Měření proběhlo ve dnech 10. – 13. 11. 2014.

Nejprve byly obnoveny výzkumné plochy porostu borovice vejmutovky, metasekvoje čínské a porostu listnatých dřevin přirozené druhové skladby. Vzhledem k tomu, že tyto porosty již byly v minulosti sledovány, byla zde získána data týkající se růstu a vývoje introdukovaných dřevin, byly jednotlivé stromy již očíslovány. Toto očíslování tedy bylo obnoveno, stejně tak značky v měřících v 1,3 m, aby byly tloušťky stromů měřeny vždy ve stejné výšce.

Následovalo zaměření pozice stromů pomocí dvou pásem (50 m). Byl určen jeden strom (v rohu plochy), který byl označen souřadnicemi (0,0). Ostatní stromy tak byly zaměřeny kolmo na sebe pomocí pásem a změřeny vzdálenosti (x, y). Rozestavění jednotlivých stromů bylo zapsáno, načrtnuto do zápisníku a následně zobrazeno v programu Microsoft Excel.

Dále byly změřeny dendrometrické veličiny introdukovaných dřevin na TVP, kvůli zjištění jejich produkčního potenciálu. Tyto veličiny byly získány i v porostu listnatých dřevin přirozené druhové skladby. Byly zjišťovány tyto dendrometrické veličiny:

- výška,
- výška nasazení koruny,
- tloušťka (v 1,3 m).

Výšky stromů i výšky nasazení koruny stromů byly změřeny pomocí přístroje Forestry Pro. Tento přístroj měří s přesností 0,1 m.

Tloušťky stromů byly změřeny pomocí elektronické průměrky, u každého jedince byla provedena dvě měření kolmo na sebe, v úrovni 1,3 m nad zemí, v místě vyznačeného měřiče.

U stromů byl posouzen i zdravotní stav, bylo zaznamenáno případné uhynutí jedince.

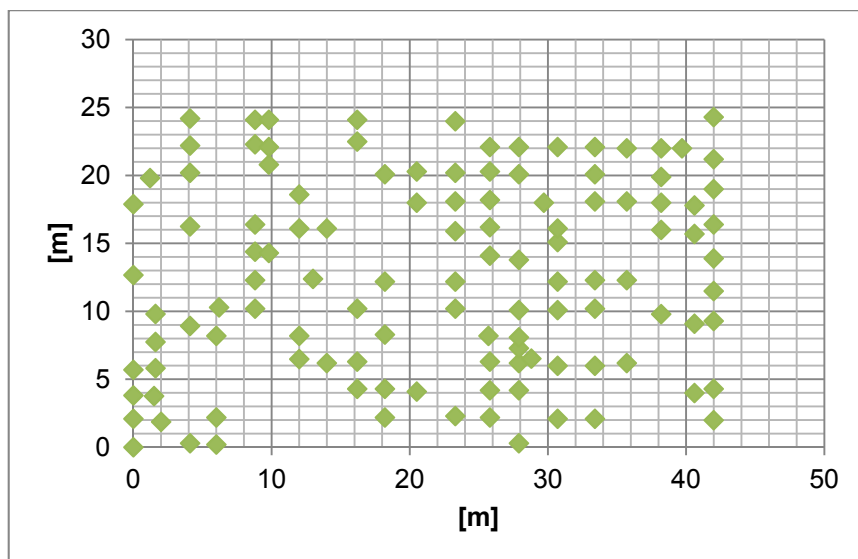
4. 4 Zpracování výsledků

- Porostní zásoby byly spočítány pomocí taxačního programu TAX podle vložených tloušťek a výšek všech stromů, které se v porostech nacházeli.
- Zastoupení je procentuální zastoupení dřevin v jednotlivých porostech (spočítáno v taxačním programu TAX).
- Zakmenění je podíl redukované plochy ku skutečné ploše porostu (spočítáno v taxačním programu TAX).
- Výčetní kruhová základna porostu je součet všech kruhových základů dřevin v porostu na 1 hektar (spočítáno v taxačním programu TAX).
- Výškový grafikon – vyjádření vývoje výšky v závislosti na výčetní tloušce (zobrazeno v grafu v taxačním programu TAX).
- Průměrný roční přírůst (PRP) je podíl zásoby porostu a věku porostu.
- Celkový běžný přírůst (CBP) je rozdíl průměru rozdílu zásoby mezi jednotlivými měřeními.
- Rozdělení tloušťek v tloušťkových stupních - jednotlivé rozdělení dřevin do tloušťkových stupňů bylo přepočítáno na hektar a zobrazeno v grafu programu Microsoft Excel.
- Nasazení koruny - dle výšek dřevin a výšek nasazení koruny byl zpracován graf v programu Microsoft Excel.
- Poloha jednotlivých stromů – zjištěné vzdálenosti (x, y) byly zaneseny do programu Microsoft Excel a následně byla pozice stromů zobrazena v přehledném grafu.

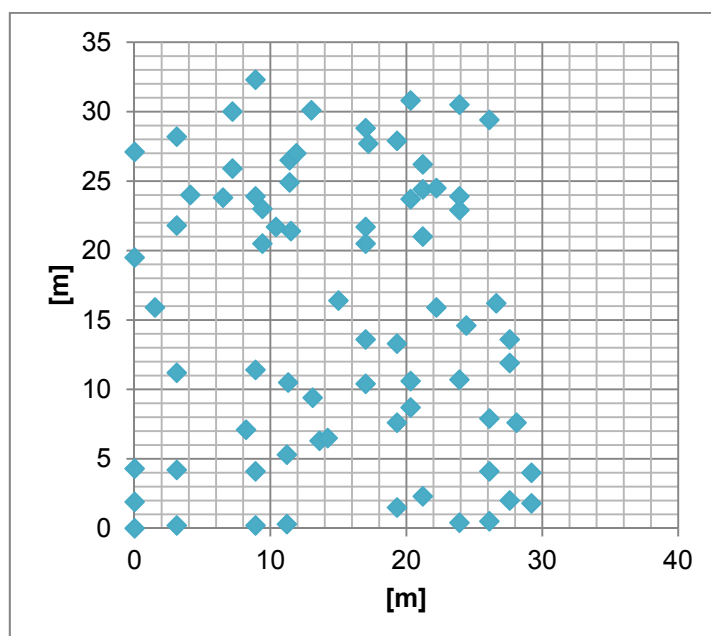
5 Výsledky

5.1 Poloha jednotlivých stromů

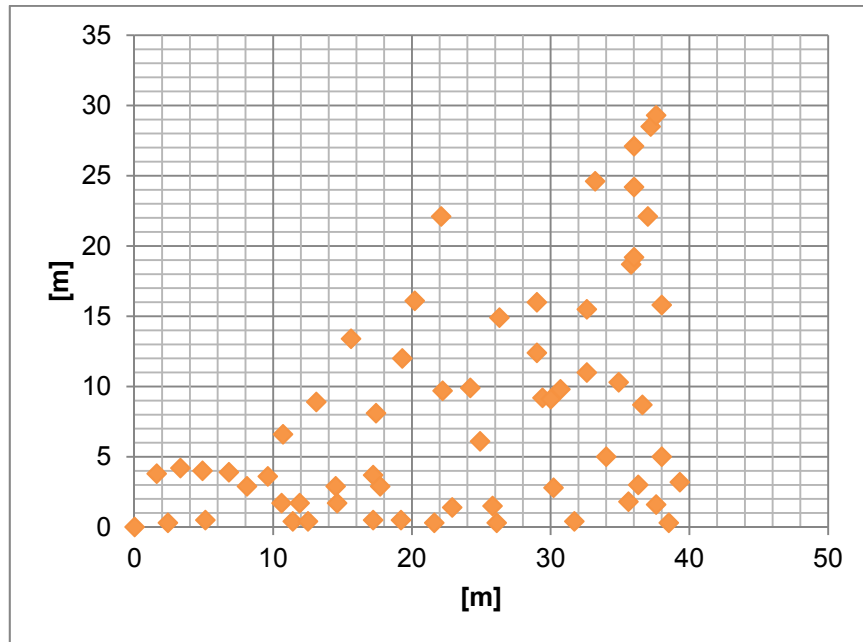
Umístění jednotlivých stromů je zobrazeno na následujících obrázcích.



Obrázek 1: postavení jednotlivých stromů v porostu metasekvoje čínské. Pohled – severovýchod. Obdélníkový tvar plochy.



Obrázek 2: postavení jednotlivých stromů v porostu borovice vejmutovky. Pohled na severovýchod. Čtvercový tvar plochy.



Obrázek 3: postavení jednotlivých stromů ve smíšeném listnatém porostu. Pohled na severovýchod. Trojúhelníkový tvar plochy.

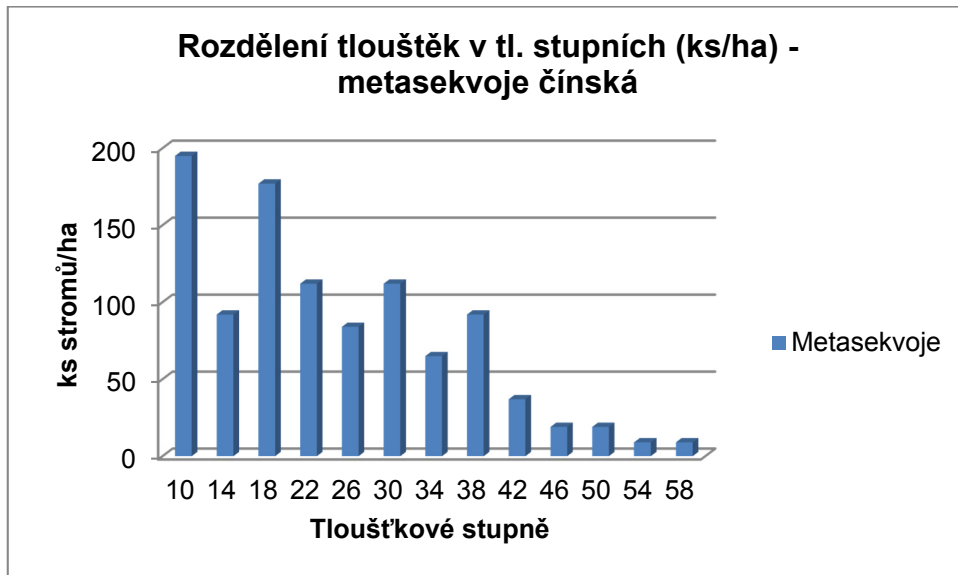
5.2 Zjištěná zásoba na TVP „Šembera“

5.2.1 Metasekvoje čínská

Trvalá výzkumná plocha metasekvoje čínské o rozloze 1076 m² je obdélníkového tvaru. Celkem se zde nacházelo 118 stromů (s $d_{1,3}$ nad 7 cm), což je o 19 stromů méně, než kolik zde bylo v roce 2011 (Tauchman 2011). 118 stromů na ploše 1076 m² odpovídá 1 097 stromů/ha. Jak uvádí Tauchman (2011), před čtyřmi lety zde měla 100% zastoupení metasekvoje čínská. Nyní čítá zastoupení této dřeviny 97,5%, nově jsou zde zastoupeny i další dřeviny – smrk, javor, jilm, lípa a olše (dohromady z 2,5 %). Úbytek stromů (ve srovnání s měřením z roku 2011) lze přisuzovat faktu, že byli v průběhu růstu porostu odstraňováni odumřelí jedinci.

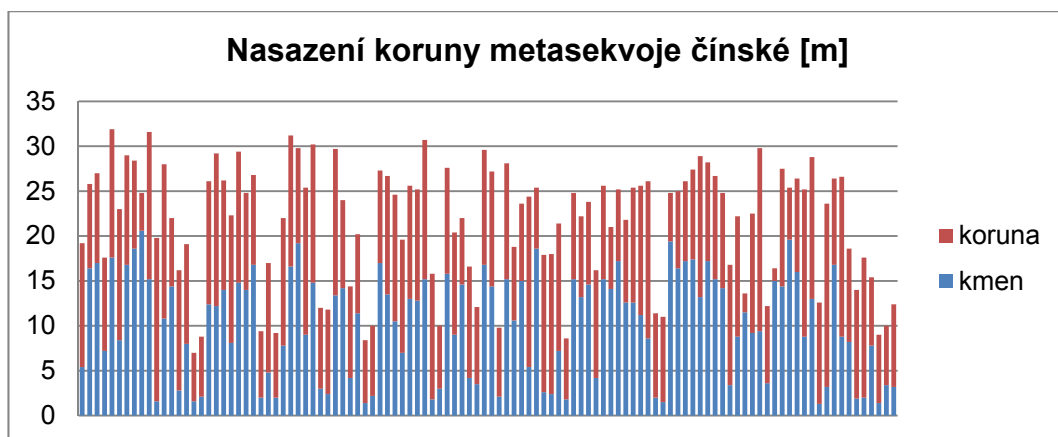
Tato trvalá výzkumná plocha se vyznačuje velkým počtem podúrovňových jedinců nízkých tloušťkových stupňů, nebyla zde zatím provedena výchova. Tito jedinci zde úspěšně přežívali i přes to, že metasekvoje čínská je považována za světlomilnou dřevinu. Rozdělení

jednotlivých stromů metasekvoje čínské do tloušťkových stupňů zobrazuje Graf 4.



Graf 4: tloušťkové stupně – metasekvoje čínská.

Co se úrovňových a podúrovňových jedinců týče, měli hluboko posazené koruny, které sahaly ve většině případů pod 1/2 celkové výšky stromu. Poměr koruny k celkové výšce je zobrazen na Grafu 5 níže.



Graf 5: poměry koruny metasekvoje čínské k celkové výšce stromu.

Zásoba porostu metasekvoje čínské byla spočítána pomocí taxačního programu TAX. Tento porost zahrnuje, kromě metasekvoje, i další dřeviny: smrk, javor, jilm, lípa a olše (dohromady z 2,5%). Jako ekvivalent pro výpočet porostní zásoby byla zvolena borovice, jelikož metasekvoje čínská se v tomto programu nenalézá. Celkový objem hroubí s kůrou byl vyčíslen na 641 m³/ha. Podle měření z roku 2011 byl celkový objem hroubí s kůrou 591,7 m³/ha (Tauchman 2011). Průměrný roční přírůst (PRP) pro tuto dřevinu vyšel 13,1 m³/ha/rok, což je o 0,4 m³/ha/rok více, než kolik byl PRP vyčíslen v roce 2011 (Tauchman 2011). Celkový běžný přírůst (CBP) byl spočítán pro porost metasekvoje čínské na 16,4 m³/ha/rok, tedy o 1,8 m³/ha/rok méně, než kolik bylo zjištěno v roce 2011 (Tauchman 2011). Zakmenění této TVP bylo spočítáno na 1,50, což je vyšší hodnota, ale vzhledem k chybějící výchově porostu, tato hodnota odpovídá skutečnosti. Výčetní kruhová základna vyšla 56,72 m²/ha. V Tabulce 4 jsou přehledně zobrazeny všechny údaje o zásobě TVP metasekvoje čínské.

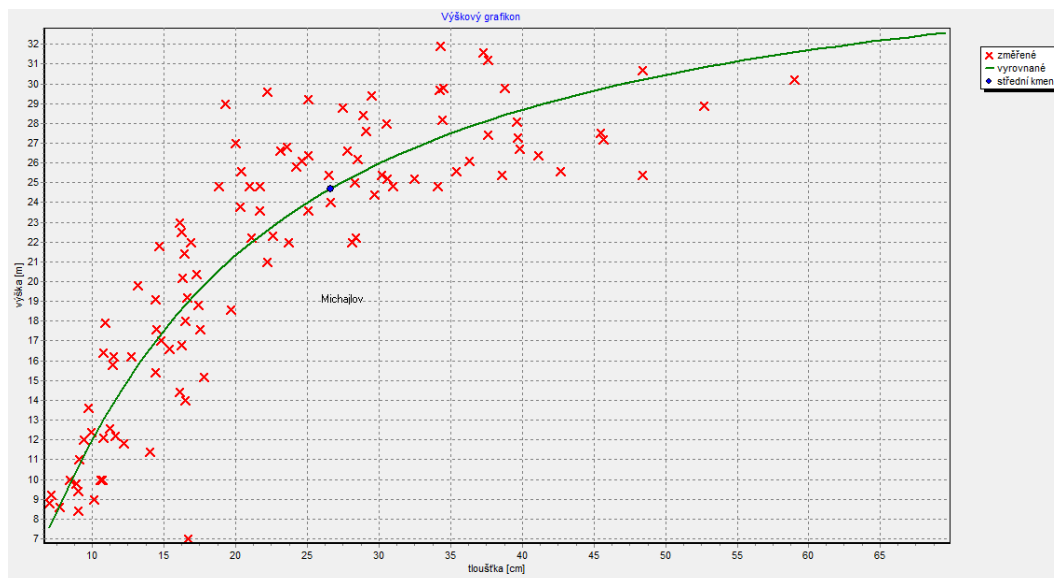
Průměrkování - JHK

LHC: 0 Porost - metasekvoje čínská
 Porost - etáž: 0 Popis:
 Plocha: 0,11 Zakmenění: 1,50 Věk:

Dřevina	Plocha	Zastoupení	Střední kmen			Výčetní základna na 1 ha	Zásoba		Zásoba skutečně zjištěná		
			Tloušťka	Výška	Objem		tabulková na 1 ha	jehličnatá	listnatá	celkem	
1 SM	0,00	0,5	18	13	0,18	0,23	203	2	0	0	0
20 MT	0,11	97,5	27	25	0,63	55,70	435	635	70	0	70
53 KL	0,00	0,2	10	11	0,03	0,07	113	0	0	0	0
60 JL	0,00	0,4	14	12	0,08	0,14	125	1	0	0	0
80 LP	0,00	1,2	14	13	0,10	0,44	154	3	0	0	0
83 OL	0,00	0,2	14	29	0,13	0,14	349	1	0	0	0
Celkem:						56,72	641		70	1	71

Tabulka 4: zásoba TVP metasekvoje čínské.

Tloušťka středního kmene byla spočítána na 26,63 cm a výška středního kmene na 24,7 m. Tyto údaje byly zpracovány pomocí taxačního programu TAX a zobrazeny pomocí výškového grafikonu viz. Graf 6.



Graf 6: výškový grafikon - metasekvoje čínská.

5.2.2 Borovice vejmutovka

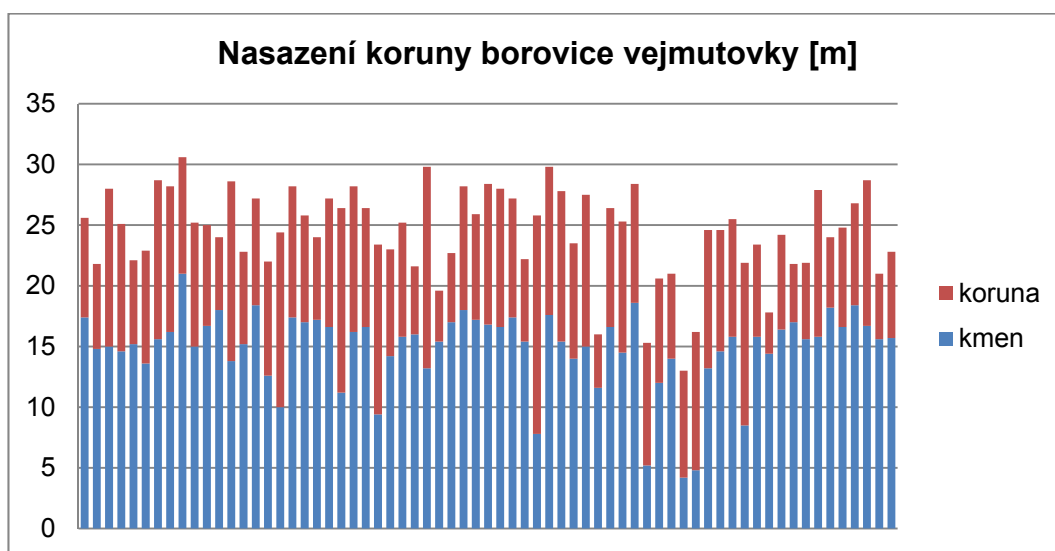
Trvalá výzkumná plocha borovice vejmutovky má čtvercový tvar a rozloha této plochy je 965 m². Nacházelo se zde celkem 68 stromů (s $d_{1,3}$ nad 7 cm), což je o 19 méně, než kolik zde bylo napočítáno v roce 2011 (Tauchman 2011). 68 stromů na ploše o rozloze 965 m² odpovídá 705 ks/ha. Před čtyřmi lety, jak uvádí Tauchman (2011), zde měla 100% zastoupení borovice vejmutovka. Nyní má tato dřevina zastoupení z 99,4 %, nově je zde zastoupen jeden jedinec – javor klen, ten tedy zaujímá 0,6% v zastoupení dřevin na ploše. Úbytek stromů v porovnání s rokem 2011 lze vysvětlit zdravotním výběrem odumřelých jedinců.

U této světlomilné dřeviny bylo také patrné vyloučení části podúrovňových jedinců, k čemuž dopomohla i rez vejmutovková, na kterou je borovice vejmutovka dosti náchylná. Protože tento porost, stejně jako porost metasekvoje čínské, nebyl dosud aktivně vychováván, nachází se zde velká část jedinců slabších tloušťkových stupňů. Rozdělení jednotlivých stromů borovice vejmutovky do tloušťkových stupňů zobrazuje Graf 7.



Graf 7: tloušťkové stupně – borovice vejmutovka.

Bylo zjištěno, že jedinci na této ploše měly vysoko nasazené koruny, které zaujímaly zhruba 1/3 celkové výšky stromu. Poměr koruny k celkové výšce je zobrazen na Grafu 8 níže.



Graf 8: poměr koruny borovice vejmutovky k celkové výšce stromu.

Pomocí taxačního programu TAX byla spočítána zásoba porostu borovice vejmutovky, který zahrnuje i jedince javoru klenu. Celkový objem hroubí s kůrou byl vyčíslen na 506 m³/ha. Podle měření z roku 2011 byl celkový objem hroubí s kůrou 513 m³/ha (Tauchman 2011). Zásoba porostu od roku 2011 tedy klesla o zhruba 7 m³/ha. Hodnota průměrného ročního přírůstu (PRP) byla stanovena na 9,2 m³/ha/rok, což je o 2 m³/ha/rok méně, než kolik byl průměrný roční přírůst vyčíslen v roce 2011 (Tauchman 2011). Celkový běžný přírůst (CBP) vyšel v záporných číslech. Tento fakt byl zapříčiněn menší zásobou porostu v roce 2014 než v roce 2011. Zakmenění této trvalé výzkumné plochy bylo spočítáno na 1,17. Výčetní kruhová základna podle programu TAX vyšla 44,15 m²/ha. V Tabulce 5 jsou přehledně zobrazeny všechny údaje o zásobě TVP borovice vejmutovky.

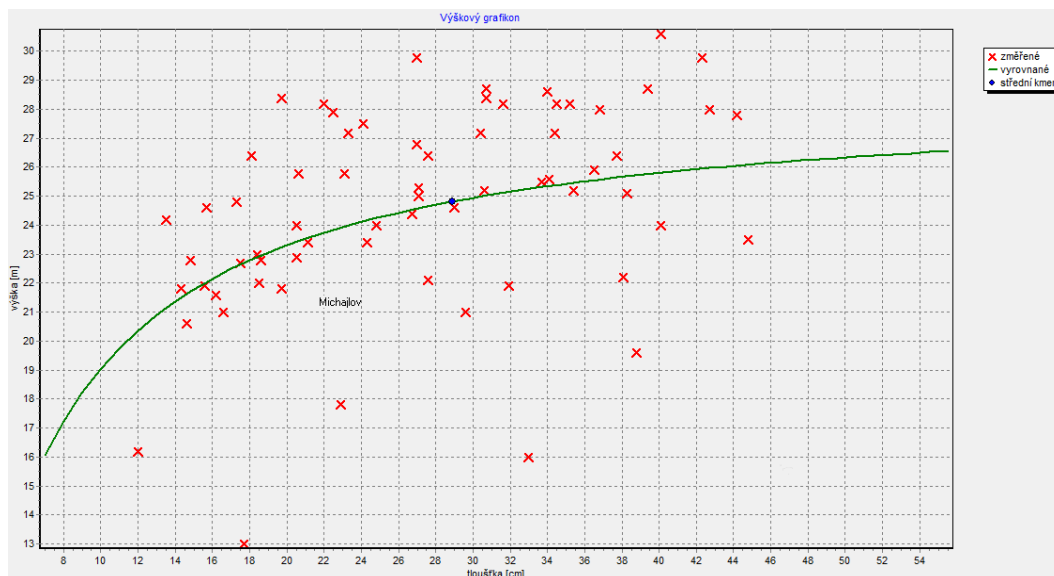
Průměrkování - JHK

LHC: 0 Porost - borovice vejmutovka
 Porost - etáž: 0 Popis:
 Plocha: 0,10 Zakmenění: 1,17 Věk:

Dřevina	Plocha	Zastoupení	Střední kmen			Výčetní základna na 1 ha	Zásoba		Zásoba skutečně zjištěná		
			Tloušťka	Výška	Objem		tabulková	na 1 ha	jehličnatá	listnatá	celkem
23 VJ	0,10	99,4	29	25	0,75	43,99	436	505	51	0	51
53 KL	0,00	0,6	14	11	0,08	0,15	109	1	0	0	0
Celkem:						44,15	506		51	0	51

Tabulka 5: zásoba TVP borovice vejmutovky.

Tloušťka středního kmene byla spočítána na 28,9 cm a výška středního kmene na 24,8 m. Tyto údaje byly také zpracovány pomocí taxačního programu TAX a zobrazeny pomocí výškového grafikonu viz. Graf 9.

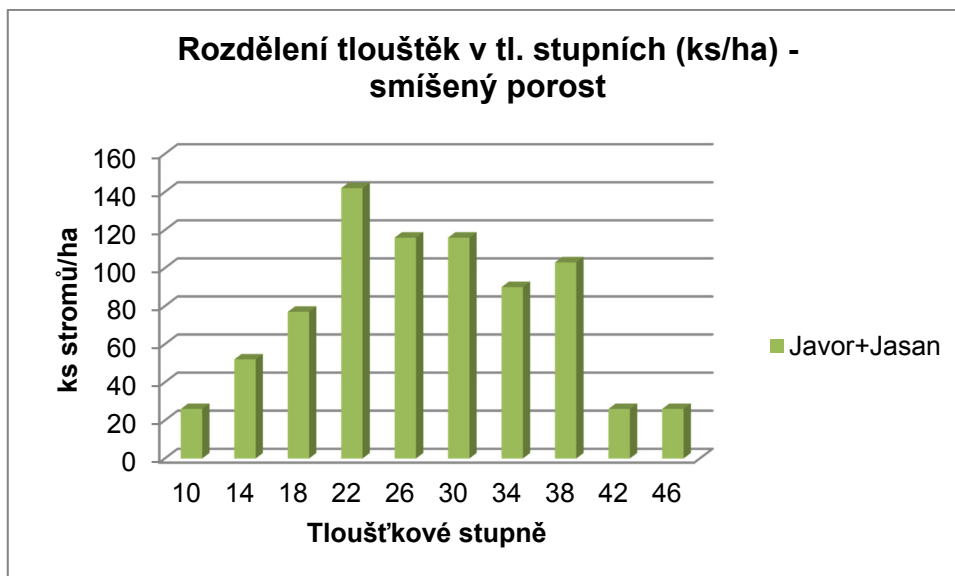


Graf 9: výškový grafikon – borovice vejmutovka.

5.2.3 Smíšený listnatý porost

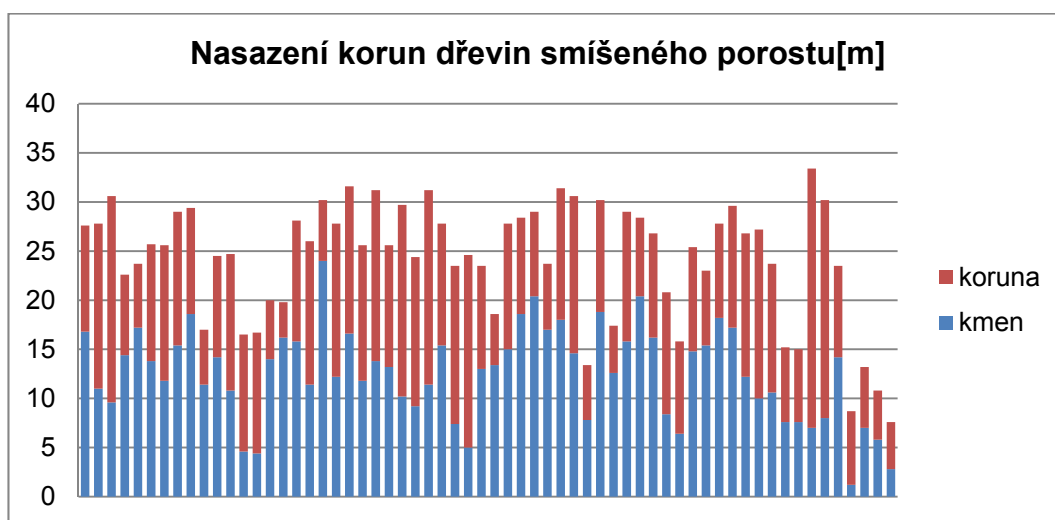
Smíšený listnatý porost má trojúhelníkový tvar a jeho rozloha je 800 m². Bylo zde celkem 62 stromů (s $d_{1,3}$ nad 7 cm), což je o 6 jedinců méně, než kolik zde bylo podle Tauchmana (2011) před čtyřmi lety. 62 stromů na ploše 800 m² odpovídá 775 ks/ha. Na této ploše se nachází několik druhů dřevin. Největší zastoupení má jasan (89,1%), dále javor klen (10,3%), jilm (0,3%) a habr (0,2%). Podobný poměr zastoupení jednotlivých dřevin na ploše byl zaznamenán i podle Tauchmana (2011).

Výchova tohoto porostu byla v minulosti provedena formou probírek střední intenzity (Tauchman 2011). Na Grafu 10 je zobrazeno symetrické rozdělení tloušťkových stupňů. Toto rozdělení je odlišné od předchozích dvou porostů (metasekvoje i vejmutovky), kde bylo zřetelné levostranné rozdělení, tedy převaha podúrovňových jedinců.



Graf 10: tloušťkové stupně – borovice vejmutovka.

Z měření nasazení koruny je zřejmé, že dřeviny měly koruny zhruba do poloviny celkové výšky stromu. Poměr koruny k celkové výšce je zobrazen na Grafu 11 níže.



Graf 11: poměr koruny dřevin smíšeného porostu k celkové výšce stromu.

Pomocí taxačního programu TAX byla spočítána zásoba smíšeného listnatého porostu. Celkový objem hroubí s kůrou byl vyčíslen na 626 m³/ha. Podle měření z roku 2011 byl celkový objem hroubí s kůrou 526 m³/ha (Tauchman 2011). Hodnota průměrného ročního přírůstu (PRP) byla stanovena na 11,4 m³/ha/rok, což je o 0,2 m³/ha/rok více, než kolik byl průměrný roční přírůst vyčíslen v roce 2011 (Tauchman 2011). Celkový běžný přírůst (CBP) byl spočítán pro porost smíšeného listnatého porostu na 7,3 m³/ha/rok, tedy o 5,3 m³/ha/rok méně, než kolik bylo zjištěno v roce 2011 (Tauchman 2011). Zakmenění této trvalé výzkumné plochy bylo vyčísleno na 1,87. Výčetní kruhová základna podle programu TAX vyšla 49,13 m²/ha. V Tabulce 6 jsou přehledně zobrazeny všechny údaje o zásobě TVP smíšený listnatý porost.

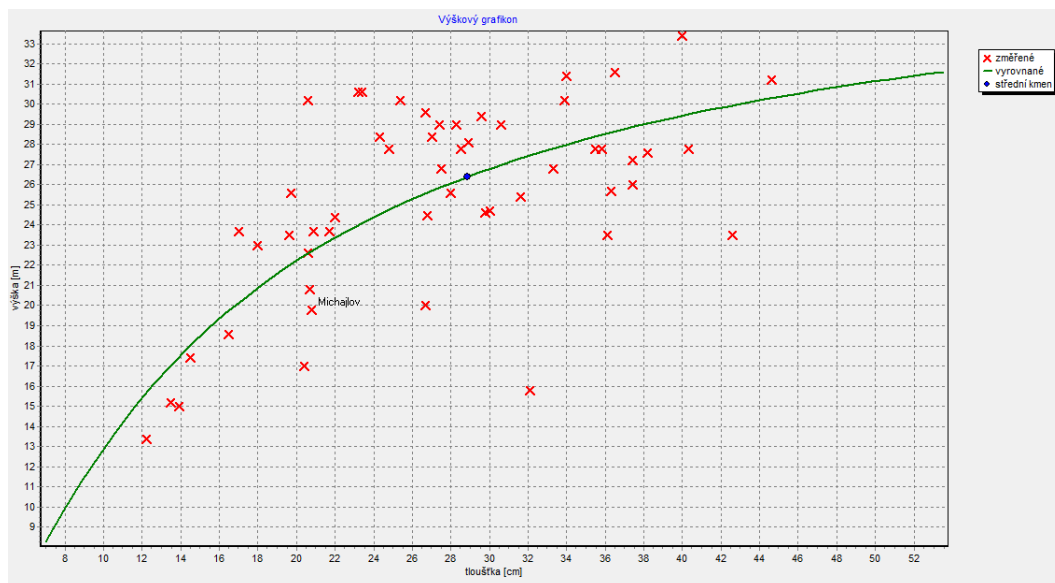
Průměrkování - JHK

LHC: 0 Smíšený porost
 Porost - etáž: 0 Popis:
 Plocha: 0,08 Zakmenění: 1,87 Věk:

Dřevina	Plocha	Zastoupení	Střední kmen			Výčetní základna na 1 ha	Zásoba		Zásoba skutečně zjištěná		
			Tloušťka	Výška	Objem		tabulková	na 1 ha	jehličnatá	listnatá	celkem
51 HB	0,00	0,2	10	9	0,02	0,10	61	0	0	0	0
53 KL	0,01	10,3	29	24	0,83	5,62	375	73	0	6	6
57 JS	0,07	89,1	29	26	0,83	43,31	331	553	0	44	44
60 JL	0,00	0,3	10	8	0,03	0,10	65	0	0	0	0
Celkem:						49,13	626		0	50	50

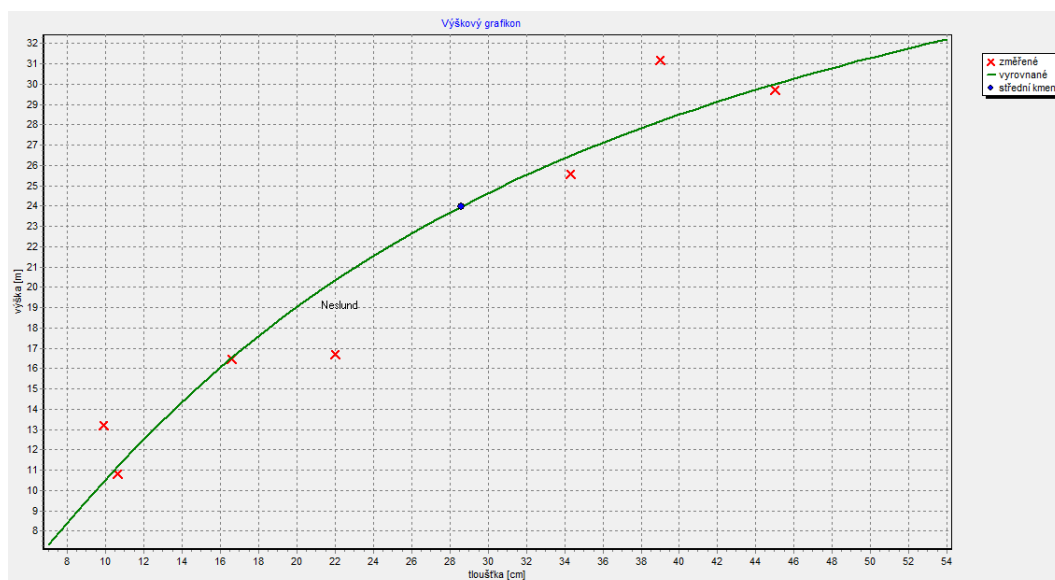
Tabulka 6: zásoba TVP smíšený porost.

Tloušťka středního kmene jasanu ztepilého byla spočítána na 28,9 cm a výška středního kmene na 26,4 m. Tyto údaje byly také zpracovány pomocí taxačního programu TAX a zobrazeny pomocí výškového grafikonu viz. Graf 12.



Graf 12: výškový grafikon – jasan ztepilý.

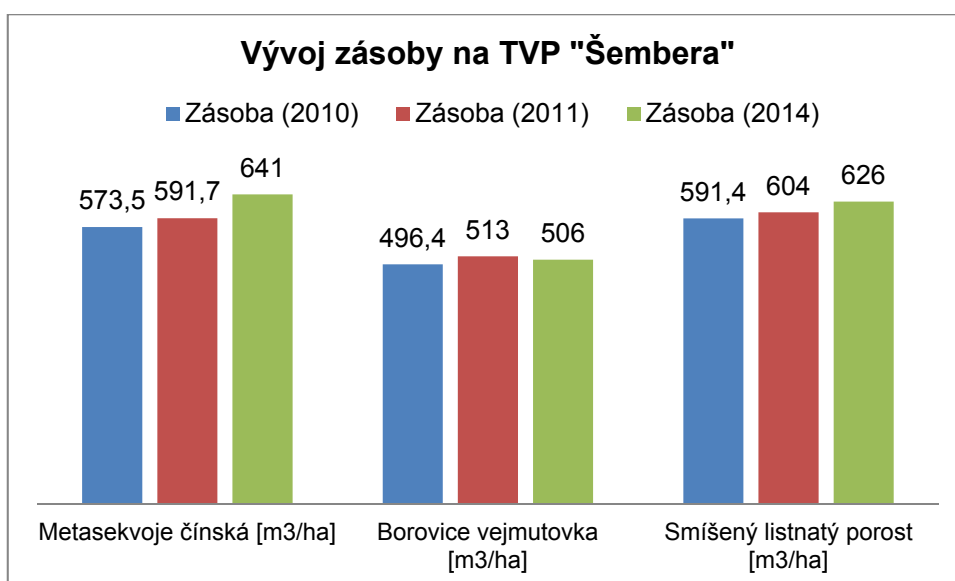
Tloušťka středního kmene javoru klenu byla spočítána na 28,6 cm a výška středního kmene na 24 m. Tyto údaje byly také zpracovány pomocí taxačního programu TAX a zobrazeny pomocí výškového grafikonu viz. Graf 13.



Graf 13: výškový grafikon – javor klen.

6 Diskuze

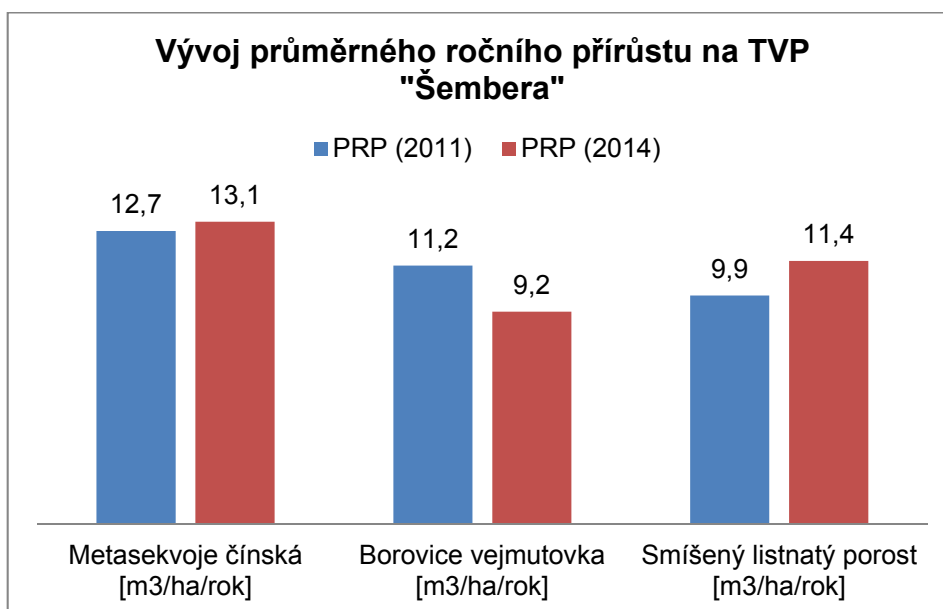
Při porovnání porostních zásob jednotlivých porostů je zřejmé, že největší zásoba se po posledním měření nachází na ploše metasekvoje čínské. Tato zásoba je 641 m³/ha (o 2 % větší než zásoba smíšeného porostu a dokonce o 27 % větší než zásoba porostu borovice vejmutovky) a je tedy ze sledovaných porostů největší, i když je tento porost o šest let mladší než zbylé dva. Lze tedy předpokládat, že pokud by věk porostů byl vyrovnán, tato zásoba by mohla být ještě větší. Porost borovice vejmutovky po posledním měření dosáhl zásoby 506 m³/ha, což odpovídá zásobě dřevní hmoty v 50letých porostech - 500 m³/ha (na optimálních stanovištích) (Musil, Hamerník 2007). Vývoj zásob na sledovaných porostech v letech 2010, 2011 a 2014 je shrnuto v Grafu 14.



Graf 14: vývoj porostních zásob na TVP „Šembera“ v letech 2010, 2011 a 2014.

Protože se tedy nejedná o stejně staré porosty, je vhodnější porosty srovnat z produkčního hlediska přes průměrný roční přírůst (PRP). Nejvyšší PRP dosáhl porost metasekvoje čínské a to s hodnotou 13,1 m³/ha/rok. Metasekvoje je sice na prvním místě, ale jak uvádí

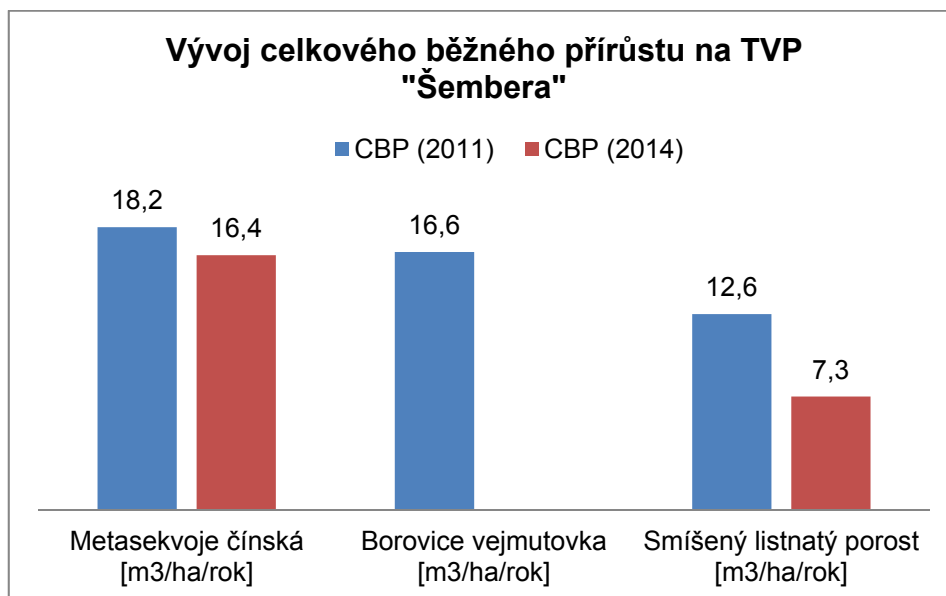
Goudzwaard, Schmidt (1992), tato dřevina je schopna průměrného ročního přírůstu i 23,2 m³/ha/rok. Druhý v pořadí se umístil smíšený listnatý porost s 11,4 m³/ha/rok a jako poslední porost borovice vejmutovky s 9,2 m³/ha/rok. Nízká hodnota PRP u borovice vejmutovky by mohla být způsobena absencí výchovných zásahů a to, že pro borovici vejmutovku je nejvhodnější sice vlhké, ale také propustné písčité půdy, které se na zkoumaném porostu nenacházejí. Na druhou stranu tento vypočítaný průměrný roční přírůst odpovídá tabulkovým hodnotám, protože Musil, Hamerník (2007) uvádějí průměrný roční přírůst (4-) 9 (-11) m³/ha/rok. Průměrné roční přírůsty na sledovaných porostech za rok 2011 a 2014 jsou zobrazeny v Grafu 15.



Graf 15: PRP na TVP „Šembera“ za rok 2011 a 2014.

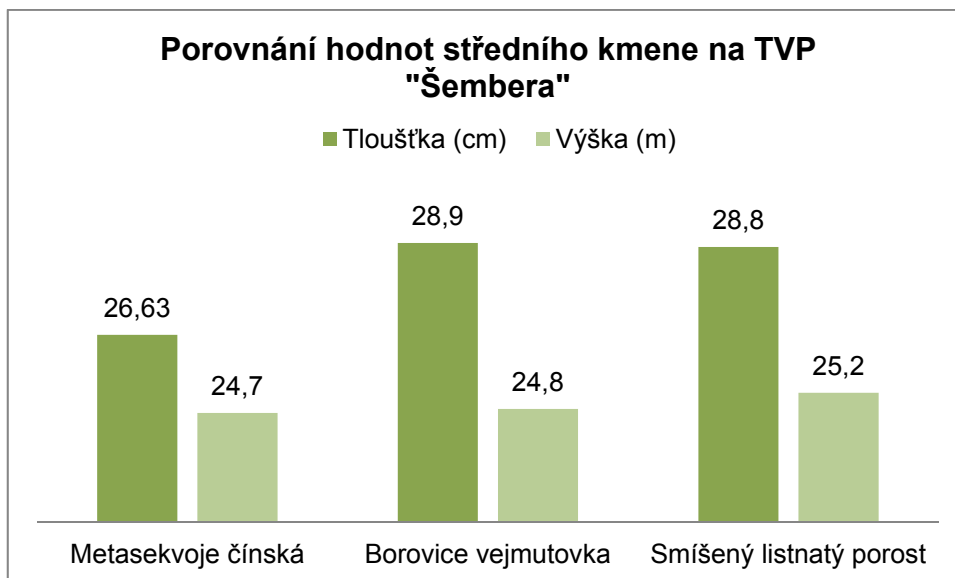
V porovnání CBP, tedy celkového běžného přírůstu, je opět na prvním místě metasekvoje čínská s 16,4 m³/ha/rok. Smíšený listnatý porost nedosáhl s 7,3 m³/ha/rok ani poloviny celkového běžného přírůstu metasekvoje. Co se borovice vejmutovky týče, její celkový běžný přírůst vyšel v záporných hodnotách, jelikož porostní zásoba v 2014 byla nižší než v roce 2011. Této dřevině se tedy na stanovišti příliš nedaří, ať již kvůli

chybějící výchově či nevhodné půdě pro její úspěšný růst. CBP na sledovaných porostech metasekvoje, borovice a smíšeného listnatého porostu za rok 2011 a 2014 je zobrazeno v Grafu 16.



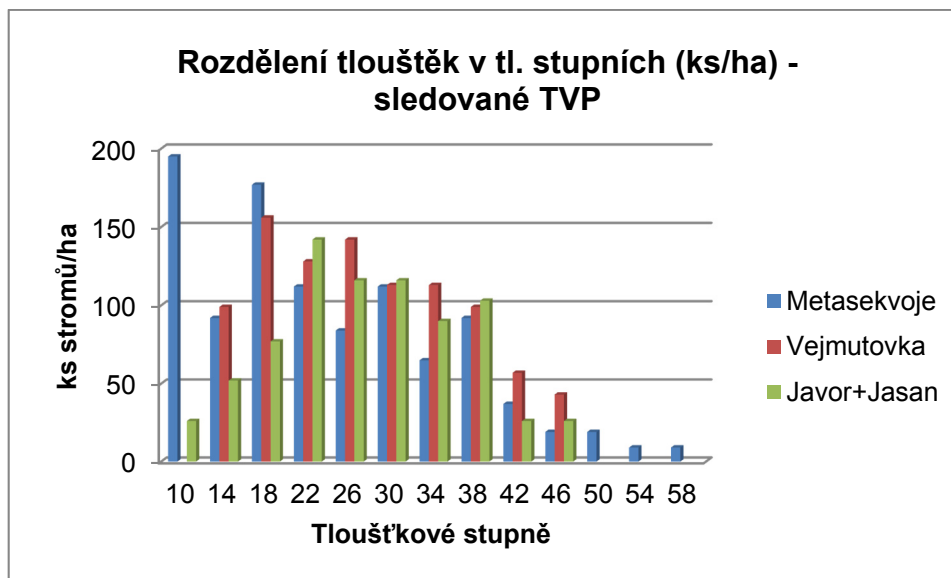
Graf 16: CBP na TVP „Šembera“ za rok 2011 a 2014.

V porovnání hodnot středního kmene – tedy tloušťku a výšku - metasekvoje čínská má tyto hodnoty, hlavně co se tloušťky týče, významně nižší, než co se hodnot středního kmene borovice vejmutovky a smíšeného listnatého porostu týče. Nejmenší tloušťka středního kmene u metasekvoje čínské je způsobena vyšším zastoupením jedinců této dřeviny v nižších tloušťkových stupních. Mohlo by to být dáno tím, že metasekvoje v mládí dobře snáší boční zástín. Porovnání hodnot středního kmene jednotlivých dřevin je zobrazeno v Grafu 17.



Graf 17: tloušťky a výšky středního kmene jednotlivých dřevin za rok 2014.

Jak již bylo řečeno výše, u metasekvoje čínské je vysoké zastoupení jednotlivých stromů v nižších tloušťkových stupních, které je na Grafu 18 znázorněno levostranným rozdělením. Tento trend lze pozorovat i v porostu borovice vejmutovky. Na druhou stranu u smíšeného listnatého porostu je rozdělení v tloušťkových stupních symetrické. Ve smíšeném porostu tento jev lze vysvětlit provedenými probírkami, které zde byly v minulosti uskutečněny. Aby bylo symetrického rozdělení v tloušťkových stupních dosaženo i v porostech dvou sledovaných introdukovaných dřevin, bylo by nutné provést výchovný zásah, který by způsobil rozvolnění zápoje. Rozdělení tlouštěk do tloušťkových stupňů sledovaných dřevin je zobrazeno v Grafu 18.



Graf 18: tloušťkové stupně na TVP „Šembera“.

V české literatuře nejsou tyto introdukované dřeviny až na výjimky příliš studovány. Přesto je ale několik autorů, kteří se těmito dřevinami zabývají, hlavně co se vlivu těchto nepůvodních dřevin na půdu týče.

Například Podrázský, Remeš (2008) ve své studii uvádějí vliv introdukovaných dřevin (i vejmutovky a metasekvoje) na holorganické horizonty a humusové formy. Bylo zjištěno, že vejmutovka produkuje chudý, kyselý opad, který je pomalu a nesnadno transformován. Tento opad výrazně vyčerpává a okyseluje půdu, zároveň byl prokázán jako nejextrémnější. Na druhou stranu metasekvoje vykazovala poměrně srovnatelný vliv na vznik humusových forem jako listnatý porost.

Další zajímavé výsledky přinesl výzkum, který zdokumentoval vliv těchto dvou dřevin na stav humusových forem. Vejmutovka hromadila poměrně velké množství nadložního opadu. Porost metasekvoje čínské pokračuje v tvorbě efektivního zápoje a v akumulaci nadložního humusu, i když v menším měřítku než borovice vejmutovka. Podle této studie bylo prokázáno poměrně příznivé působení metasekvoje čínské na stav lesních půd, které je srovnatelné s listnatým porostem. Dále bylo zjištěno relativně silné acidifikační působení borovice vejmutovky, kterou lze považovat za druh dřeviny s negativním působením na stav půd (Podrázský; Kupka 2011b).

7 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala růstem a vývojem porostů borovice vejmutovky a metasekvoje čínské v porovnání se smíšeným listnatým porostem rostoucím na téže stanovišti.

Z těchto třech porostů byla největší zásoba, nejvyšší průměrný roční přírůst i celkový běžný přírůst vypočítán pro porost metasekvoje čínské. Porostní zásoba v porostu metasekvoje je vyšší i přes to, že je tento porost o 6 let mladší, než zbylé dva porosty. Tyto dobré produkční výsledky u metasekvoje čínské by mohly vést k jejímu dalšímu rozsáhlejšímu studiu a následnému většímu zavedení v praxi.

Na rozdíl od těchto dobrých výsledků u metasekvoje, porost borovice vejmutovky tolik neprosplával, ba právě naopak. Dokonce zde vyšel celkový běžný přírůst v záporných číslech, jelikož zásoba porostu z měření v roce 2014 byla menší, než před třemi lety, kdy tento porost studoval v rámci své disertační práce pan Tauchman (2011). Nízká hodnota PRP a záporné CBP u borovice vejmutovky by mohla být způsobena absencí výchovných zásahů a to, že pro borovici vejmutovku je nejvhodnější sice vlhké, ale také propustné písčité půdy, které se na zkoumaném porostu nenacházejí.

Z hlediska nasazení koruny měly nejdelší koruny jedinci metasekvoje čínské, po nich následovaly koruny jedinců smíšeného porostu a stromy borovice vejmutovky měly koruny jen do 1/3 celkové výšky stromu.

Vysoké zastoupení dřevin vejmutovky i metasekvoje v nižších tloušťkových stupních by mohlo být změněno na symetrické rozdělení vhodně zvoleným výchovným zásahem, který v těchto porostech introdukovaných dřevin dosud neproběhl.

Tyto porosty introdukovaných dřevin by měly být v rámci dalších výzkumů nadále sledovány, jak již z pohledu jejich produkčních možností, tak i např. jejich vlivu na půdu. Na těchto plochách by bylo vhodné provést výchovu porostu.

8 Seznam literatury a použitých zdrojů

ANDĚRA, Miloš. *Encyklopedie naší přírody*. 1. vyd. Praha : Slovart, 2000. 176 s. ISBN 80-7209-231-6.

BITNER, Richard Lee. *Kapesní atlas Jehličnany*. 1. vyd. Praha : Knižní klub, 2012. 224 s. ISBN 978-80-242-3139-6.

BÜRKI, Moritz; JAKOB, Fritz; TOMMASINI Domenico. *Obrazový atlas Stromy a keře pro okrasné zahrady a parky*. 1. vyd. Praha : Nakladatelství Brázda, s.r.o., 2007. 320 s. ISBN 978-80-209-0353-2.

COOMBES, Allen. *Stromy*. Praha : Nakladatelství Slovart, s.r.o., 2008. 224 s. ISBN 978-80-7391-072-3.

ČERNÁ, Jitka; HAMERNÍK, Jan. Výsledky introdukce dřevin na Školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy. In NEUHÖFEROVÁ, Pavla (ed.). *Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam: sborník z konference, konané 10. – 11. 11. 2004 v Kostelci nad Černými lesy*. Praha : ČZU v Praze, 2004, s. 7. ISBN 80-213-1234-3.

FÉR, František; POKORNÝ, Jaromír. *Lesnická dendrologie, 1. Část, Jehličnany*. 1. vyd. Praha : VŠZ, 1993. 131 s.

GOUDZWAARD, Leo; SCHMIDT, Pieter. Groei en vorm van *Metasequoia glyptostroboides* (watercypres) in Nederland. *Nederlands bosbouw tijdschrift*. 1992, vol. 64, no. 6, s. 219 – 225.

HOFMAN, Jaroslav. *Pěstování douglasky*. 1. vyd. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1964. 253 s.

HRIB, Michal; Šálek, Lubomír. Introdukované dřeviny v České republice a v Evropě. In *Pěstování nepůvodních dřevin: sborník referátů, konané 26. června 2008 v Kroměříži*. Kroměříž : Česká lesnická společnost, o. s., 2008, s. 4 – 8. ISBN 978-80-02-02038-7.

KANTOR, Petr; MARTINÍK, Antonín et SEDLÁČEK, Tomáš. Douglaska tisolistá na Školním lesním podniku Křtiny. *Lesnická práce*. 2002, ročník 81, č. 5/02, s. 210 – 212. ISSN 0322-9254.

KAŇÁK, Jan. Zkušenosti s introdukovanými druhy borovic v arboretu Sofronka a jejich použití v imisních oblastech Krušných hor. In NEUHÖFEROVÁ, Pavla (ed.). *Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam: sborník z konference, konané 10. – 11. 11. 2004 v Kostelci nad Černými lesy*. Praha : ČZU v Praze, 2004, s. 7. ISBN 80-213-1234-3.

KLITSCH, Marek; HÄRTEL, Handrij. Invaze borovice vejmutovky (*Pinus strobus*) v Národním parku České Švýcarsko. In NEUHÖFEROVÁ, Pavla (ed.). *Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam: sborník z konference, konané 10. – 11. 11. 2004 v Kostelci nad Černými lesy*. Praha : ČZU v Praze, 2004, s. 7. ISBN 80-213-1234-3.

KUBA, Juraj; TOMAŠKO, Ivan. Introdukcia –sposob záchrany biodiversity. In SEKERKA, Pavel (ed.). *Introdukce a genetické zdroje rostlin Botanické zahrady v novém tisíciletí: sborník z konference, konané 5. – 9. 9. 2005 v České zemědělské univerzitě v Praze – Suchdole*. Praha : Botanická zahrada hl. m. Prahy, 2005, s. 246. ISBN 80-903697-0-7.

KUPKA, Ivo; PODRÁZSKÝ, Vilém et KUBEČEK, Jiří. Soil-forming effect of Douglas fir at lower altitudes – case study. *Journal of forest science*. 2013, vol. 59, no. 9, s. 345 – 351.

KYZLÍK, Pavel. Introdukované dřeviny vyhlášené jako památné stromy. In TICHÁ, Soňa; ÚŘADNÍČEK, Luboš (ed.). *Introdukce dřevin a její perspektiv: sborník příspěvků mezinárodní konference konané 3. října 2003 ve Křtinách*. Brno : MZLU v Brně, 2003, s. 22 – 24. ISBN 80-7157-807-X.

MUSIL, Ivan ; HAMERNÍK, Jan. *Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: lesnická dendrologie 1.1. vyd.* Praha : Academia, 2007. 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9.

NOŽIČKA, Josef. *Zavádění vejmutovky v českých zemích do r. 1938*. 1. vyd. Praha : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti ve Zbraslavi – Strnadlech, 1963.

PODRÁZSKÝ, Vilém. Předmluva. In NEUHÖFEROVÁ, Pavla (ed.). *Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam: sborník z konference, konané 10. – 11. 11. 2004 v Kostelci nad Černými lesy*. Praha : ČZU v Praze, 2004, s. 7. ISBN 80-213-1234-3.

PODRÁZSKÝ, Vilém; REMEŠ, Jiří. Půdotvorná funkce významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. *Zprávy z lesnického výzkumu*. 2008, svazek 53. č. 1. s. 29 - 36.

PODRÁZSKÝ, Vilém; KUPKA, Ivo. Vliv douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) na základní pedofyzikální charakteristiky lesních půd. *Zprávy z lesnického výzkumu*. 2011, ročník 56. č.1. s. 1 - 5.

PODRÁZSKÝ, Vilém; KUPKA, Ivo. Vliv borovice vejmutovky a metasekvoje čínské na stav nadložního humusu na stanovišti potočního luhu. *Zprávy z lesnického výzkumu*. 2011, svazek 56. s. 14 – 19.

PODRÁZSKÝ, Vilém; ČERMÁK, Radek; ZAHRADNÍK, Daniel et KOUBA, Jiří. Production of Douglas-Fir in the Czech Republic based on national forest inventory data. *Journal of forest science*. 2013, vol. 59, no. 10, s. 398 – 404.

PODRÁZSKÝ, Vilém; ZAHRADNÍK, Daniel.; PULKRAB, Karel; KUBEČEK, Jiří; PEŇA, Johnny, Ferney, Bernate. Hodnotová produkce douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*) na kyselých stanovištích Školního polesí Hůrky, Písecko. *Zprávy z lesnického výzkumu*. 2013, ročník 58, č. 3. s. 226 – 232.

REISNER, Jan. Příklady využití introdukovaných dřevin v dřevozpracujícím průmyslu ČR. In NEUHÖFEROVÁ, Pavla (ed.). *Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam: sborník z konference, konané 10. – 11. 11. 2004 v Kostelci nad Černými lesy*. Praha : ČZU v Praze, 2004, s. 7. ISBN 80-213-1234-3.

REMEŠ, Jiří; NEUHÖFER, Jiří. *Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam: exkurzní průvodce, konané 10. – 11. 11. 2004 v Kostelci nad Černými lesy*. 1. vyd. Praha : ČZU v Praze, 2004. 28 s. ISBN 80-213-1233-5.

SOUKUP, František. Rez vejmutovková, *Cronartium ribicola* Fisch.: příloha. *Lesnická práce*. 2000, č. 11. s. I-IV.

SPOHN, Margot; SPOHN Roland. *Stromy – Nový průvodce přírodou*. Praha : Knižní klub, 2015. 256 s. ISBN 978-80-242-4720-5.

ŠINDELÁŘ, Jiří; FRÝDL, Josef. Obecné předpoklady pro využívání vhodných cizokrajných lesních dřevin v lesním hospodářství ČR. In NEUHÖFEROVÁ, Pavla (ed.). *Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam: sborník z konference, konané 10. – 11. 11. 2004 v Kostelci nad Černými lesy*. Praha : ČZU v Praze, 2004, s. 7. ISBN 80-213-1234-3.

ŠTURSA, Jan. *Stálezelené dřeviny*. Praha : AVENTINUM NAKLADATELSTVÍ, s.r.o., 2000. 223 s. ISBN 80-7151-126-9.

TAUCHMAN, Pavel. *Výskyt a funkční účinky introdukovaných dřevin na ŠLP Kostelec nad Černými lesy*. Praha. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Katedra pěstování lesů. 2011. 185 s.

ÚRADNÍČEK, Luboš; CHMELÁŘ, Jindřich. *Dendrologie lesnická 1. část, Jehličnany*. 1. vyd. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1995. 130 s. ISBN 80-7157-162-8.

www.mapy.cz

www.uhul.cz