

**Česká zemědělská univerzita v Praze**



**Fakulta lesnická a dřevařská**

**Katedra pěstování lesů**

**Růst a environmentální vlivy pěstování jedle obrovské  
v podmínkách České republiky**

**Disertační práce**

**Autor: Ing. Martin Fulín**

**Školitel: prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.**

**2016**

## Prohlášení

"Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma *Růst a environmentalní vlivy pěstování jedle obrovské v podmínkách České republiky* vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací a doporučení školitele.

Souhlasím se zveřejněním disertační práce dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby."

V Praze dne .....

.....

Ing. Martin Fulín

## **Poděkování**

Chtěl bych tímto poděkovat školiteli prof. Ing. Vilému Podrázskému, CSc., za jeho odborné konzultace a umožnění vypracovat disertační práci na katedře pěstování lesů FLD ČZU v Praze.

Dále bych chtěl poděkovat svým rodičům a blízkým přátelům za podporu a trpělivost po dobu mého studia, Ing. et Ing. Petru Novotnému, Ph.D. (VÚLHM, v. v. i.), za odborné rady a Ing. Františkovi Beranovi (VÚLHM, v. v. i.), za umožnění měření jedle obrovské na provenienční výzkumné ploše Hrubá Skála.

Disertační práce byla vypracována za finanční podpory Interní grantové agentury (IGA) FLD České zemědělské univerzity v Praze (grant IGA FLD 2013 „Potenciál pěstování jedle obrovské v ČR“ a grant IGA FLD 2012 „Produkce a vliv jedle obrovské na půdu na lokalitách Sokolovska“) a dalších grantů řešených na KPL FLD ČZU v Praze.

## Růst a environmentální vlivy pěstování jedle obrovské v podmínkách České republiky

### Abstrakt

Jedle obrovská (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.) představuje dřevinu s potenciálním přínosem pro plnění řady funkcí v lesním hospodářství; konkrétně se jedná o funkce produkční, meliorační, stabilizační a krajinářskou. Byla k nám, stejně jako do ostatních evropských zemí, zaváděna od první poloviny 19. století, především šlechtickými rody, nejprve do parkových výsadeb, ale postupně i do lesních porostů. Další vlna zájmu o tuto dřevinu souvisela s chřadnutím domácí jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.), kterou měla do jisté míry nahradit – z tohoto období pochází i největší počet výsadeb u nás. Cílem předkládané disertační práce bylo sledování růstu a produkce vybraných porostů této jedle, ale i vliv na základní charakteristiky půdního chemismu, dynamiku živin a možný degradační nebo meliorační vliv na lesní půdy. Výzkumné plochy byly voleny především na území Školního lesního podniku Kostelec nad Černými lesy, ale i na dalších místech (Hrubá Skála u Turnova, lesy v majetku Kinských na Žďársku, Kynšperk nad Ohří). Sledování bylo provedeno na již založených a sledovaných trvalých zkusných plochách středního věku (35–55 let), na kterých byly zjišťovány dendrometrické i jiné parametry (pozice, výška, výčetní tloušťka, nasazení koruny), dále byly studovány množství a kvalita nadložního humusu a svrchní složky minerální půdy. Součástí práce bylo i měření na provenienční ploše VÚLHM, v. v. i.

Z výsledků vyplývá, že jedle obrovská je produktivní dřevina, která převyšuje svou zásobou domácí jehličnaté dřeviny a její intenzivní růst je srovnatelný s douglaskou tisolistou. Z pohledu provenienčních pokusů je zásadní správný výběr provenience, kterým lze dosáhnout lepších výnosů a kvality dřevní hmoty. V našich podmínkách se jako nejlépe rostoucí ukazují provenience z oblasti ostrova Vancouver a pobřeží státu Washington. Při analýzách půdy dosahovala jedle obrovská příznivějších hodnot pedochemických charakteristik humusových forem ve srovnání se smrkem ztepilým a přibližovala se k hodnotám listnatých dřevin. Lze tedy říci, že se projevila jako meliorační a stabilizační dřevina.

**Klíčová slova:** jedle obrovská, *Abies grandis*, růst, stav lesních půd, humusové formy, produkce, pěstování, provenience, Česká republika

## **Growth and the environmental effects of grand fir cultivation in conditions of the Czech Republic**

### **Abstract**

Grand fir (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.) is a species with potential benefits for the implementation of many functions in forest management: namely the function of production, soil improvement, stabilization and landscaping. It was introduced to the Czech Republic, as well as to other European countries, since the first half of the 19<sup>th</sup> century, mainly by aristocratic families. First plantings were performed in the parks, but gradually also in the forest stands. Another wave of interest in this tree species was associated with the decline of the domestic silver fir (*Abies alba* Mill.). It was to some extent substitute – for this period comes the greatest number of plantations in the country. The aim of this thesis is, therefore, monitoring of growth and production of the grand fir, but also the evaluation of the effects on the basic characteristics of the soil chemistry, nutrient dynamics and possible degradation effect on forest lands. Research areas were mainly located in the University Forest Enterprise Kostelec nad Černými lesy, but also in other places such as Hrubá Skála at Turnov, forests owned by Kinský at Žďár nad Sázavou and Kynšperk nad Ohří. Monitoring was carried out on already established and monitored middle-aged permanent plots (35–55 years), which were assessed at mensurational parameters (position, height, diameter at breast height, ratio of the green crown), in further the quantity and quality of forest floor and upper mineral soil components was studied. This work also contains the measurements of the provenance plot of Forestry and Game Management Research Institute. The results show that the grand fir is a productive tree species that exceeds the stock of domestic conifer tree species and its intensive growth is comparable with Douglas fir. From the perspective of provenance trials is crucial the correct choice of provenance, which achieves better yields and quality of wood. Best provenances come from the island Vancouver and the coast of Washington state. At the soil analysis reaching grand fir better values in comparison with Norway spruce and got it closer to the values of broad-leaved tree species. Thus it can be said that grand fir represents important soil-improving and stabilization tree species.

**Key words:** grand fir, *Abies grandis*, growth, forest soils, humus forms, production, silviculture, provenances, Czech Republic

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>2. CÍL PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>3. ROZBOR PROBLEMATIKY</b> .....	<b>11</b>
3.1 KLIMATICKÉ ZMĚNY JAKO PŘÍČINA ZMĚN DRUHOVÉ SKLADBY LESŮ .....	11
3.2 VÝZNAM DRUHOVÉ SKLADBY LESA PRO LESNÍ HOSPODÁŘSTVÍ .....	12
3.3 HISTORICKÝ ÚSTUP JEDLE BĚLOKORÉ Z POROSTNÍCH SMĚSÍ .....	13
3.4 DŮVODY INTRODUKCE LESNÍCH DŘEVIN .....	15
3.5 JEDLE OBROVSKÁ – <i>ABIES GRANDIS</i> (DOUGLAS EX D. DON) LINDL. ....	16
3.5.1 <i>Objev druhu, introdukce do Evropy</i> .....	16
3.5.2 <i>Popis dřeviny</i> .....	17
3.5.3 <i>Přirozený areál</i> .....	19
3.5.4 <i>Klíma</i> .....	21
3.5.5 <i>Nároky na světlo</i> .....	21
3.5.6 <i>Půda</i> .....	21
3.5.7 <i>Introdukce do ČR</i> .....	22
3.5.8 <i>Výskyt a využití jedle obrovské v lesním hospodářství ČR</i> .....	24
3.5.9 <i>Růst a produkce jedle obrovské v ČR</i> .....	25
3.5.10 <i>Vliv jedle obrovské na půdu</i> .....	28
3.5.11 <i>Strukturované porovnání jedle obrovské s jedlí bělokorou</i> .....	28
3.5.12 <i>Provenienční pokusy</i> .....	31
3.5.13 <i>Pěstování jedle obrovské</i> .....	31
3.5.13.1 <i>Semenářství</i> .....	31
3.5.13.2 <i>Výsadba</i> .....	32
3.5.13.3 <i>Výchova</i> .....	33
3.5.13.4 <i>Obnova</i> .....	34
3.5.14 <i>Škodliví činitelé</i> .....	34
3.5.14.1 <i>Abiotičtí činitelé</i> .....	34
3.5.14.2 <i>Biotičtí činitelé</i> .....	35
3.5.15 <i>Charakter a využití dřeva</i> .....	37
<b>4. METODIKA</b> .....	<b>39</b>
4.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÝCH PLOCH .....	39
4.1.1 <i>ŠLP Kostelec nad Černými lesy</i> .....	40
4.1.1.1 <i>LHC Kostelci n. Č. I</i> .....	40
4.1.1.2 <i>Geologické a geomorfologické poměry</i> .....	41
4.1.1.3 <i>Klimatické poměry</i> .....	41
4.1.1.4 <i>Popis výzkumných ploch na Černokostecku</i> .....	42

4.1.2	<i>Majetek Kinských u Žďáru nad Sázavou</i> .....	49
4.1.3	<i>Kynšperk nad Ohří</i> .....	53
4.1.4	<i>Provenienční plocha č. 214 – Hrubá Skála</i> .....	55
4.2	<b>METODICKÉ POSTUPY</b> .....	58
4.2.1	<i>Měření dendrometrických údajů</i> .....	58
4.2.2	<i>Klasifikace stromů</i> .....	59
4.2.3	<i>Přírůstová analýza vzorníků</i> .....	59
4.2.4	<i>Pedochemické analýzy</i> .....	61
4.2.5	<i>Zpracování měřených výsledků</i> .....	62
4.2.5.1	<i>Zpracování výsledků z výzkumných ploch</i> .....	62
4.2.5.2	<i>Zpracování výsledků analýz jednotlivých vzorníků</i> .....	63
4.2.5.3	<i>Statistické vyhodnocení</i> .....	65
<b>5.</b>	<b>VÝSLEDKY</b> .....	<b>66</b>
5.1	<b>SLEDOVÁNÍ PRODUKCE NA VÝZKUMNÝCH PLOCHÁCH</b> .....	66
5.1.1	<i>ŠLP Kostelec nad Černými lesy (K01 – K03)</i> .....	66
5.1.2	<i>Žďár nad Sázavou (Z01 – Z03)</i> .....	74
5.2	<b>PŘÍRŮSTOVÁ ANALÝZA VZORNÍKŮ</b> .....	79
5.2.1	<i>Kostelec nad Černými lesy</i> .....	79
5.2.2	<i>Žďár nad Sázavou</i> .....	96
5.2.3	<i>Kynšperk nad Ohří</i> .....	104
5.2.4	<i>Porovnání objemových rovnic a tabulek se skutečným objemem vzorníků</i> .....	110
5.3	<b>PROVENIENČNÍ PLOCHA HRUBÁ SKÁLA</b> .....	111
5.4	<b>VLIV JEDLE OBROVSKÉ NA STAV LESNÍCH PŮD</b> .....	115
5.4.1	<i>ŠLP Kostelec nad Černými lesy</i> .....	115
5.4.2	<i>Hrubá Skála</i> .....	128
<b>6.</b>	<b>DISKUSE</b> .....	<b>136</b>
6.1	<b>PRODUKCE JEDLE OBROVSKÉ NA VÝZKUMNÝCH PLOCHÁCH</b> .....	136
6.2	<b>PŘÍRŮSTOVÁ ANALÝZA VZORNÍKŮ</b> .....	138
6.3	<b>PROVENIENČNÍ PLOCHA HRUBÁ SKÁLA</b> .....	140
6.4	<b>VLIV JEDLE OBROVSKÉ NA STAV LESNÍCH PŮD</b> .....	143
<b>7.</b>	<b>ZÁVĚR A DOPORUČENÍ PRO PRAXI</b> .....	<b>145</b>
7.1	<b>VYUŽITÍ POZNATKŮ V LESNICKÉ PRAXI</b> .....	147
<b>8.</b>	<b>SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ</b> .....	<b>149</b>

## 1. Úvod

Ve střední Evropě je druhová rozmanitost lesních dřevin omezená. Příčinou tohoto jevu je rozsáhlá extinkce druhů v ledových dobách, kdy se ledovce přiblížily do sousedství našeho území. Důsledkem změn teplot mezi glaciály byla migrace druhů, která v dané oblasti způsobila snížení počtu rostlinných společenstev a biodiverzity. Dalším faktorem byl člověk, který v minulosti svým intenzivním hospodařením výrazně měnil druhové zastoupení dřevin podle svých potřeb, čímž měnil podíl původních dřevin v druhové skladbě lesních porostů/ekosystémů.

Snížování druhové rozmanitosti vede k labilitě lesních ekosystémů, přičemž může dojít i k jejich rozpadu. Proto je žádoucí druhovou rozrůzněnost, a tím i stabilitu lesního ekosystému, zvyšovat, k čemuž mohou napomoci mj. introdukované dřeviny, v našich podmínkách např. jedle obrovská.

První zmínky o jedli obrovské (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.) se datují k roku 1805, kdy ji objevili badatelé Lewis a Clark. Na tento objev se však v následujících letech zapomnělo, a proto se dalším „objevitelem“ stal vědec David Douglas, jehož zmínka o této dřevině pochází až z roku 1830 (HOFMAN 1963). Jedle obrovská zaujímá rozsáhlý přirozený areál na severozápadním pobřeží severoamerického kontinentu. Rozkládá se na území USA (ve státech Washington, Oregon, Kalifornie, Idaho, Montana) a Kanady (Britská Kolumbie, zvláště ostrov Vancouver), které se rozkládá mezi 39–51° s.š. a 114–125° z.d. (FOILES 1965). Introdukce jedle obrovské do českých zemí je odhadována na období mezi roky 1862 a 1870. Zavedení této jedle k nám bylo nejspíš zprostředkováno firmou J. Bootha (HOFMAN 1963).

Jedle obrovská patří v podmínkách střední Evropy ke dřevinám s nejvyšším potenciálem produkce. Odumírání domácí jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) v minulém století přispělo k zájmu o jedli obrovskou jako o potenciální substituční druh. Jedle obrovská je po stránce růstu a produkce sledována v řadě experimentů a provenienčních pokusů, které dokládají její dobré růstové možnosti a produkční potenciál, především v mladším věku (HOFMAN 1963; ŠIKA 1983; VANČURA 1990; ČÁP et al. 2012; ŠKORPÍK et al. 2013; KREJZEK et al. 2015).

Pozornost byla exotickým druhům jedlí věnována i z hlediska jejich využití ve šlechtitelských programech (KOBLIHA 1989; KOBLIHA, JANEČEK 2000). Od roku 1961, kdy bylo započato s provenienčním výzkumem tohoto druhu, bylo založeno celkem 11 ploch zaujímajících 5,88 ha (ŠINDELÁŘ 2004). Studium dané dřeviny se zabýval především Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. (VÚLHM), a to i



v rámci výzkumných programů Mezinárodního svazu lesnických výzkumných organizací (IUFRO). Doposud je dlouhodobě sledováno celkem 32 proveniencí. Výsledky mimo jiné umožnily i srovnání růstu jedle obrovské u nás a v dalších zúčastněných zemích (ŠINDELÁŘ 2004).

Na druhé straně existuje jen málo prací (např. PODRÁZSKÝ et al. 2001a, 2001b, 2009; PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2009) dokumentujících vliv jedle obrovské na složky přírodního prostředí. Dodnes pro jedli obrovskou není dostatek údajů o produkci v různých stanovištních podmínkách, zejména však chybí podrobnější data o jejím vlivu na ostatní komponenty lesních ekosystémů, včetně půdy.

Pokud jde o pěstování jedle obrovské v našich podmínkách, bylo by do budoucna vhodné pěstovat ji jako jednotlivou nebo skupinovou příměs domácích dřevin. Nejlepší příměs tvoří se smrkem či s douglaskou (PONDĚLÍČEK 2002). V úvahu přicházejí i monokulturní porosty jedle obrovské, které však nemohou dostatečně plnit veškeré požadavky na ostatní funkce lesa. Výchova této dřeviny by měla být intenzivní, protože rychle přirůstá a potřebuje dostatek prostoru (WOLF 1998c). Posouzení výchovy jedle obrovské bylo prováděno především v mladším a středním věku porostů.

Výzvou pro lesnickou praxi i výzkum je využití produkčního i mimoprodukčního potenciálu jedle obrovské v hospodářských lesích a její začlenění do konceptu trvale udržitelného a polyfunkčního (funkčně diferencovaného a integrovaného) lesního hospodářství ve střeoevropském kontextu, jak je to běžné např. v německých zemích (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008a).

Introdukovanými dřevinami se zabývá jen poměrně malý počet autorů, což platí i o jedli obrovské, která je pro naše lesní hospodářství určitě zajímavou dřevinou. Hodnotu porostů může zvýšit nejen svou vyšší produkcí dřevní hmoty, ale i melioračními a zpevňujícími účinky. Dalším aspektem je zvýšení rozmanitosti lesa, který tak získává větší odolnost vůči negativním vlivům.

Důvodem výběru tématu disertační práce bylo nejen pokračování v řešení problematiky zahájeného již v rámci diplomové práce, ale především snaha o rozšíření dostupných odborných informací o jedli obrovské využitelných vlastníky lesa při jejich úvahách o možnostech vnášení této introdukované dřeviny do lesních porostů.

## 2. CÍL PRÁCE

Hlavním cílem disertační práce je shromáždění zahraničních i domácích dostupných informací o stanovištních nárocích, produkčních možnostech, hospodářských přínosech a environmentálních účincích jedle obrovské. Důležité je pak vyhodnocení vlivu této dřeviny na lesní půdu a zjištění její schopnosti produkce v podmínkách lesních vegetačních stupňů (LVS) 3–4 a 5–6 v rámci České republiky. Experimentální práce jsou lokalizovány do čtyř zájmových oblastí – ŠLP Kostelec nad Černými lesy, Hrubá Skála u Turnova, Kinský Žďár, a.s., a Kynšperk nad Ohří. Ve vybraných porostech byla provedena inventarizace zaměřená na biometrické veličiny (např. tloušťka a výška stromů, zásoba porostu, tloušťkový a objemový přírůst). Cílem provedených půdních analýz je zjištění množství sušiny v horizontech nadložního humusu, hodnoty aktivního a výměnného pH, obsahu celkových živin v jednotlivých horizontech, půdního sorpčního komplexu a obsahu výměnného  $H^+$  a  $AL^{3+}$ . Údaje byly porovnány s vlastnostmi půd pod domácími dřevinami. Zjištěné informace o růstu dřevin, zásobě porostů a chemismu půd umožní získat přehled o vlivu jedle obrovské na lesní půdu v širších stanovištních podmínkách České republiky. Po získání informací z literárních zdrojů a z vlastního šetření budou jedním z výstupů disertační práce doporučené zásady pěstování této introdukované dřeviny pro využití v lesnické praxi.

### 3. ROZBOR PROBLEMATIKY<sup>1</sup>

#### 3.1 Klimatické změny jako příčina změn druhové skladby lesů

Záznamy klimatických údajů indikují existenci globálního oteplování, kdy se průměrná globální teplota od roku 1900 zvýšila o 0,8 °C (HANSEN et al. 2006). Klimatické údaje jsou ve světovém měřítku systematicky měřeny od roku 1880, přitom největší teplotní maxima byla celosvětově dosáhnuta v krátkém období mezi lety 1990 a 2005. Evropská vlna veder v roce 2003 byla ukázkou extrémního výkyvu počasí, který naznačuje, že tento jev se může projevovat v budoucnosti častěji (SCHÄR, JENDRITZKY 2004; CIAIS et al. 2005). Proto byl vytvořen novější scénář klimatických změn, který pro různé části Evropy predikuje, že se do roku 2100 zvýší teplota asi o 2 °C v Irsku a Velké Británii, až o 3 °C ve střední Evropě a o 4–5 °C v severních boreálních oblastech a ve Středomoří (CHRISTENSEN et al. 2007). Při vědomí všech omezení podobných modelů vývoje se jedná o alarmující studie, a to přesto, že podobné i větší změny probíhaly i v minulých staletích (např. tzv. malá doba ledová).

Klimatické změny zasahují všechny biologické systémy na naší planetě, lesní ekosystémy nevyjímaje (ALLEY et al. 2003). Lesy jsou na změnu klimatu citlivé, protože dlouhověkost stromů neumožňuje rychlou reakci na environmentální změny. Tento faktor vede k pomalému přizpůsobení stromů a lesních společenstev změnám klimatu při jejich předpokládané rychlosti růstu (JUMP, PEÑUELAS 2005; WESCHE et al. 2006). Proto bylo provedeno několik výzkumů a hodnocení týkajících se dopadů změny klimatu na lesní porosty a další ekosystémy v Evropě (například SAXE et al. 2001; HAMRICK 2004; BROADMEADOW et al. 2005; MILLAR et al. 2007; LINDNER et al. 2010). V mnoha dokumentech byla též popsána migrace dřevin podle změn klimatu (například DAVIS, SHAW 2001; BAKKENES et al. 2002; HONNAY et al. 2002; ARAUJO et al. 2004; SKOV, SVENNING 2004; POMPE et al. 2008; MUSTIN et al. 2009), resp. účinky změny klimatu na produktivitu a hospodaření v lesích (například NOSS 2001; BOISVENUE, RUNNING 2006; KIRILENKO, SEDJO 2007; EGGERS et al. 2008). Změny klimatu budou mít vliv i na větší výskyt ohnisek škůdců (WILLIAMS, LIEBHOLD 1995; VOLNEY, FLEMING 2000) a větší citlivost organismů vůči napadení houbovými patogeny (AYRES, LOMBARDERO 2000; DESPREZ-LOUSTAU et al. 2006), ale i na zvýšení vlivu abiotických činitelů v Evropě, jakými jsou oheň, vítr, záplavy a sucho (FLANNIGAN et al. 2000;

---

<sup>1</sup> Tato kapitola obsahuje mírně upravený text, který byl vypracován již v rámci obhájených tezí disertační práce (FULÍN 2014).

FUHRER et al. 2006; MORIONDO et al. 2006). Příkladem je i studie, která se zabývá změnou dřevinné skladby v Yellowstone a Rocky Mountains z důvodu globálního oteplování. Studie je zaměřena na predikci změn v zastoupení původních druhů dřevin v několika variantách teplotních režimů do roku 2100. Ukazuje se, že druhy, jako například borovice bělokmená (*Pinus albicaulis* Engelm.), smrk Engelmannův (*Picea engelmannii* Parry ex Engelm.) a jedle plstnatoplodá (*Abies lasiocarpa* /Hook./ Nutt.) mají tendenci výrazného poklesu svého zastoupení, jelikož vykazují větší „zranitelnost“ vůči negativním vlivům. Oproti tomu borovice těžká (*Pinus ponderosa* Douglas ex C. Lawson) a jedle obrovská (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.) jsou druhy s dobrou vitalitou, a proto budou podle predikce svůj podíl v yellowstonském ekosystému do budoucna navyšovat (HANSEN, PHILLIPS 2015).

Před lesníky tedy stojí ve všech částech světa řada úkolů, k nimž náleží i udržení funkčních lesních ekosystémů a hledání možností adaptace na nepříznivé podmínky měnícího se prostředí. Lesy jsou totiž nejen rozhodující složkou celosvětového koloběhu uhlíku, jehož celková nadzemní zásoba je z více než 80 % uchovávána v jejich prostředí (DIXON et al. 1994), ale současně i nositelem různých dalších funkcí, které umožňují lidstvu dosáhnout optimálních životních podmínek a zlepšovat kvalitu života v různých geografických regionech.

### **3.2 Význam druhové skladby lesa pro lesní hospodářství**

Většina evropských lesů je dlouhodobě ovlivňována činností člověka (těžba dříví, vysazování žádoucích dřevin, myslivost, pastevectví atd.), což se odráží v rozsáhlých změnách jejich dřevinné skladby a dalších aspektů struktury podle požadavků společnosti. V některých případech vznikly až nepřírozené monokultury, které se v dnešních podmínkách stávají silně labilními. Většinu informací o vývoji vegetace v holocénu poskytly pylové záznamy (LOTTER, KIENAST 1992; LISCHKE et al. 1998), které umožnily nahlédnout do druhového složení dřevin v jeho jednotlivých etapách.

Řadou odborníků je vznášen požadavek, aby se s měnícími se klimatickými podmínkami změnily i pojetí a koncepce lesního hospodářství za účelem dalšího zajišťování funkcí lesů pro budoucí společnost. Změny klimatu podle většiny představ povedou k extrémním výkyvům počasí, dlouhodobému suchu, nedostatku vody a živin. Tyto faktory jsou příčinami velkých stresů lesních porostů (RENNENBERG et al. 2004, 2006; BRÉDA et al. 2006), které snižují vitalitu, stabilitu i růst stromů. Odolnost stromu vůči negativním faktorům závisí na druhu (ZANG et al. 2011), konkurenčním postavení stromu v porostu (ZANG et al. 2012), věku, rozměrech (LLORET et al. 2011) a

stanovištních podmínkách (PRETZSCH, DIELER 2011). Některé studie (KELTY 1992; RICHARDS et al. 2010; PRETZSCH 2013) ukázaly, že směsi více dřevin v porostech často zlepšují podmínky pro růst stromu. Například v čisté monokultuře smrku ztepilého, který je poměrně mělce zakořeněn, se vyskytuje velká mezidruhová/vnitrodruhová konkurence o vodu v horních vrstvách půdy. Naopak směs smrku a buku umožňuje jinou strategii využití vodních zdrojů, kde smrk absorbuje vodu v horních vrstvách, ale buk získává vodu z hlubších vrstev půdy (WIEDEMANN 1942). Další výhodou může být fixace atmosférického dusíku některými druhy dřevin i kvalitnější opad, který umožňuje lepší podmínky v rámci celého porostu. Směs dřevin je významná spíše na chudých a suchých místech než na bohatých stanovištích (PRETZSCH 2013).

Ve smíšených lesích je reakce na klimatické změny oproti monokulturám rozdílná. Druhová rozmanitost vytváří lepší podmínky pro stabilitu v nepříznivých obdobích, než je tomu u čistých porostů, které jsou náchylnější k častým poškozením či ke zničení (LARSON 1992). Z hlediska dlouhodobého plánování by bylo vhodné uvažovat o změně druhové skladby a struktury pro posílení schopnosti odolávat klimatickým změnám a zmírnit jejich dopady na lesní ekosystémy, které jsou v některých případech velmi ohrožené.

### 3.3 Historický ústup jedle bělokoré z porostních směsí

Jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.) je jedním z hlavních druhů lesních dřevin ve střední Evropě, spolu s bukem lesním (*Fagus sylvatica* L.) a smrkem ztepilým (*Picea abies* (L.) H. Karst.) představuje základní klimaxovou dřevinu. Vyskytuje se také v jiných částech Evropy, např. v pyrenejské a balkánské oblasti (ELLENBERG 1996). Jedli bělokoré je ze strany lesníků a výzkumných pracovníků věnována zvláštní pozornost. Je to proto, že její pěstování a využívání má v lesním hospodářství střední a jihovýchodní Evropy, kde její zastoupení hraje významnou roli, dlouhodobou tradici (např. KRAMER 1992; HORNDASCH 1993; BRÄNDLI 1996). Zároveň patří k druhům, jejichž zastoupení v posledních 100–150 letech v evropských lesích výrazně pokleslo.

Jedle bělokorá je rozšířena převážně v evropských podhorských a horských lesích, kde jsou chladné klimatické podmínky a relativně vysoký úhrn ročních srážek. Je do značné míry tolerantní k zástínu. Její přirozená obnova může probíhat i v hustém zápoji porostu, kde je propustnost slunečního světla snížena až o 80–95 %. Jedlové semenáčky mohou v takovýchto podmínkách přežít deset až dvacet, někdy i sto let a vyčkávat na lepší podmínky, které nastanou po uvolnění zápoje (JAWORSKI 1995; ZATLOUKAL 2001; SCHÜTZ 2002; KOŠULIČ 2005).

Od 18. století začalo v lesních porostech zastoupení jedle bělokoré výrazně klesat. Hlavním důvodem byly změny v intenzitě využívání lesů a rozsáhlé těžby pro potřeby průmyslu (převážně pro sklárny a hutě), které zásadně změnily přirozenou dřevinnou skladbu a strukturu lesů v Evropě (JOHANN 2007). Dále se vyskytoval problém s nedostatečnou regenerací jedle, která se nedokázala v lesních porostech udržet v jejím dosavadním podílu a úspěšná nebyla ani snaha lesních hospodářů tuto dřevinu pěstebně podpořit. Nízká regenerace mohla být zapříčiněna konkurencí dominantních dřevin (DOBROWOLSKA 1998), alelopatickým působením ostatních dřevin (BECKER, DRAPIER 1984) nebo okusem jelení zvěří, která decimuje semenáčky jedle již století (KLOPCIC et al. 2010). Jedle byla méně konkurenceschopná především v oblastech, kde hospodaření způsobilo rychlé a zásadní změny v lesních porostech (například holoseče, intenzivní probírky). Často nebylo zvykem jedli vysazovat ani se pokoušet jinak o její vnesení do porostu umělou obnovou (SCHÜTZ 2001).

V letech 1970 až 1990 odumírání jedle bělokoré pokračovalo (LARSEN 1986; KANDLER, INNES 1995). To vyvolalo obavy ohledně vyhlídek pro zachování jedle v lesních porostech. Vzniklo mnoho názorů na příčiny, které způsobují odumírání jedle v Evropě (například ULRICH 1981; BERT 1993), ale převládající představou bylo, že za úbytek této dřeviny může znečištění ovzduší (BARZDAJN 2000). Ukázalo se, že ve stejné době působilo více faktorů, které ovlivňují zdravotní stav jedle bělokoré. Jedním z nich je vodní stres. Při výzkumu v oblasti Středozevního moře se potvrdilo, že jedle je citlivější na období sucha a změny rozložení srážek v průběhu roku než například nepůvodní smrk (BATTIPAGLIA et al. 2009). Dalšími negativními vlivy jsou emise z průmyslových továren ve spojení s klimatickými a biotickými faktory (ECKSTEIN et al. 1983; ELLING et al. 2009), které měly v posledních desetiletích nepříznivý dopad na růstové procesy a zdravotní stav nejen u jedle bělokoré, ale také u jiných dřevin, včetně např. autochtonního smrku. Za zmínku určitě stojí i konec tzv. malé doby ledové s klimatickými změnami, projevujícími se zhruba od počátku 20. století (BEHRINGER 2010).

Z důvodu úbytku jedle bělokoré se hledala opatření, která by napomohla tento druh v lesních porostech zachovat, popř. jej substituovat. Jedním z řešení byla introdukce cizokrajných jedlí, které by doplnily domácí jedli bělokorou nebo ji dokonce v některých případech v časově zřejmě omezeném měřítku i nahradily (ŠINDELÁŘ et al. 2006).

### 3.4 Důvody introdukce lesních dřevin

Introdukcí se rozumí přemístění či přenesení určitého organismu (populace) člověkem z jeho přirozeného areálu do jiných lokalit, kde by se mohl aklimatizovat a stát se součástí nového prostředí.

Z důvodů obav z negativních důsledků introdukce nežádoucích dřevin byla formulována řada požadavků, které mají vyloučit nepříznivé dopady zavádění nepůvodních dřevin na lesní prostředí (FRÝDL, ŠINDELÁŘ 2004). Následujících deset kritérií umožňuje introdukci s maximem přínosů a současným zásadním omezením rizik:

1. průměrná či nadprůměrná produkce dřevní hmoty,
2. kvalitní tvorba dřeva,
3. adaptibilita ke stanovišti,
4. příznivé účinky na půdu,
5. odolnost vůči biotickým a abiotickým činitelům,
6. vyloučení introdukovaných dřevin náchylných na choroby a jejich přenos,
7. odolnost k měnícím se klimatickým podmínkám,
8. vyloučení dřevin invazivního charakteru,
9. možnost úspěšného pěstování s domácími dřevinami,
10. dobrá regenerace.

O něco později vydala PRO SILVA (2006) podobná kritéria pro introdukci dřevin, která byla schválena pro střední Evropu. V každé lesní oblasti je podle uvedeného zdroje žádoucí ponechat ekologicky účinné části původních lesních společenstev nebo je znovu obnovit, což zamezuje výlučné nebo převažující kultivaci introdukovaných dřevin.

- Introdukovaná dřevina nesmí být při své přirozené obnově a svým konkurenčním chováním tak agresivní, aby vytlačovala autochtonní dřeviny a ostatní vegetaci.
- Introdukovaná dřevina musí být přizpůsobena klimatu a stanovišti lesních oblastí. Nesmí zhoršovat půdu, její opad musí být snadno rozložitelný. Rozklad a mineralizaci opadu musí být schopny zajistit druhy živočichů, hub a mikroorganismů vázané na domácí dřeviny.
- Introdukovaná dřevina nesmí rozšiřovat žádnou chorobu nebo jinak přispívat k destabilizaci ekosystému.
- Introdukovaná dřevina nesmí být vystavena mimořádným abiotickým či biotickým rizikům.

- Introdukovaná dřevina by se měla postupně začlenit do autochtonní vegetace. Musí mít tudíž schopnost míšení a ekologické integrace do původní flóry lesních společenstev a nesmí vytlačovat domácí vegetaci.
- Introdukovaná dřevina by měla mít schopnost přirozené obnovy, v souladu s obnovou místních dřevin.

Na území České republiky zabírají cizokrajné dřeviny plochu přibližně 35 000 ha, což znamená 1,5 % lesní půdy (CAFOUREK 2006). Největší část z celkové plochy zaujímají trnovník akát (*Robinia pseudoacacia* L.) a severoamerické druhy smrku (zvláště *Picea pungens* Engelm.), které byly vysazovány především z důvodů nahrazení odumírajícího smrku ztepilého v porostech poškozovaných imisemi. Zjistilo se, že tyto dřeviny nemají praktickou perspektivu jako naopak například douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/ Franco), jedle obrovská (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.), dub červený (*Quercus rubra* L.) a ořešák černý (*Juglans nigra* L.) (BERAN, ŠINDELÁŘ 1996; KOUBA, ZAHRADNÍK 2011; PODRÁZSKÝ et al. 2013a, 2013b).

Získané zkušenosti praktických lesníků a výzkumných pracovníků potvrzují, že největší produkční předpoklady získávají především druhy typu douglasky tisolisté a jedle obrovské. Jejich výjimečné produkční schopnosti jsou zdokumentovány nejen od našich autorů (HOFMAN 1963, 1964; WOLF 1998a, 1998b; KANTOR et al. 2001a, 2001b, 2010; TAUCHMAN et al. 2010), ale jsou doloženy i z jiných států Evropy (FLETCHER 1986; RAU et al. 1991; HUSS 1996; BURGBACHER, GREVE 1996; PONETTE et al. 2001).

Pro velký potenciál introdukovaných dřevin se do budoucna uvažuje o podílu 7 % jako o možném horním limitu jejich zastoupení v lesním hospodářství České republiky (CAFOUREK 2006). Mírnější návrh na zastoupení cizokrajných dřevin cca 1–2 % představil Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti ve Strnadlech (ŠINDELÁŘ 1995). V koncepčním návrhu Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem bylo v úpravě druhové skladby doporučeno celkově 7 % z toho zastoupení jedle obrovské 0,4 %, a to zejména v HS 25, 47 a 57 (VOKOUN 1995).

### **3.5 Jedle obrovská – *Abies grandis* (Douglas ex D. Don) Lindl.**

#### **3.5.1 Objev druhu, introdukce do Evropy**

Prvotní záznamy o jedli obrovské pocházejí z roku 1805, kdy byla objevena vědci a cestovateli Lewisem a Clarkem. Jejich trasa při expedici napříč severoamerickým kontinentem směřovala přes pohoří Bitter Root, podél řeky Columbia



ve státě Washington. Na těchto místech spatřili mohutný strom, který měl na své borce viditelné puchýře s pryskyřicí. Bohužel se na tento objev později zapomnělo, a proto byl přisouzen až Davidu Douglasovi. Jeho pozorování této dřeviny, opět v pohoří Bitter Root, bylo zaznamenáno až v roce 1830. O přesnější popis této jedle se pak zasloužil Lindley v roce 1833. Po prozkoumání všech jejích parametrů a biologických znaků jí dal latinský název *Abies grandis*. Byly publikovány a navrženy i různé další názvy, například od Rasfinesqua, který ji pojmenoval *Abies balsamea*. Pro jeho nepřesné a neúplné údaje však toto jméno nebylo uznáno (HOFMAN 1963).

Jako první v Evropě dostala od Davida Douglase osivo jedle obrovské v roce 1830 londýnská zahradní společnost (Horticulture Society). Po pokusech vypěstovat dostatek sazenic se ukázalo, že ujmavost je velmi malá. O výsadbě sazenic se žádné informace nedochovaly (HENRY 1915).

Teprve až po dalších 21 letech bylo v roce 1951 dopraveno další osivo, které dorazilo ve dvou rozdílných zásilkách. První pocházela od sběratele Williama Lobba z Veitchovy firmy a měla zřejmě původ v severní Kalifornii. Tento známý sběratel se zasloužil o introdukci několika severoamerických dřevin do Evropy, mezi něž patřily například jedle ojíňená, jedle vznešená, sekvoj a zerav. Další zásilku vyexpedoval Jeffrey, který odebral osivo od řeky Frazer v kanadské oblasti (HOFMAN 1963).

Do českých zemí bylo dovezeno první osivo mezi roky 1862 a 1870. Přesnější údaj není znám, proto je toto období pouze odhadováno. Velký podíl na dovozu měla pravděpodobně firma J. Booth, která se jako první zasloužila o rozšíření osiva jedle obrovské do našich parků a zahrad (HOFMAN 1963).

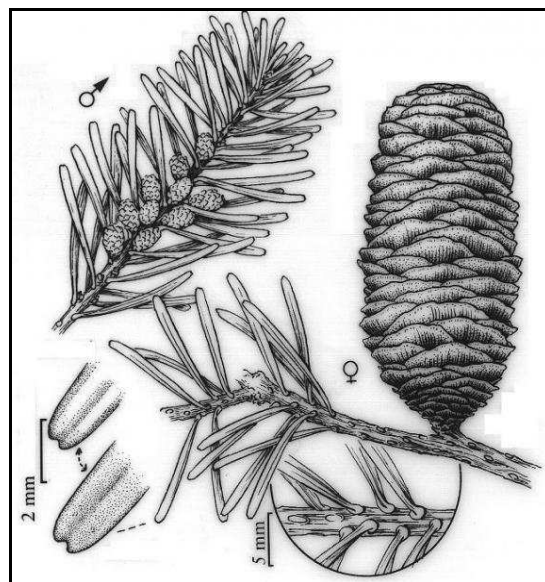
### 3.5.2 Popis dřeviny

Jedle obrovská patří do kategorie rychle rostoucích dřevin, které dosahují velkých parametrů, což naznačuje již její název. V původním areálu v Severní Americe dorůstá výšky i 100 metrů. Habitus je kuželovitý (obr. 1). Borka je v mládí zpočátku hladká s pryskyřičnými puchýřky a našedivélou barvou. Ve stáří následně puchýřky ztrácí, začíná praskat a měnit barvu na hnědou až skoro červenou (HOFMAN 1963).

Na prýtu jsou jehlice uspořádané stejně jako u jedle bělokoré, a to hřebenovitě v rovině. Odlišnost je ve velikosti jehlic, protože každá jehlice má jinou délku. Pupeny jsou obaleny pryskyřicí a mají kuželovitý tvar (SUWORTH 1908).

Plodit začíná jedle obrovská už v pouhých 20 letech života s několikaletými intervaly. Semena jsou často prázdná či poškozená škůdci. Velikost šišek je vzhledem k velikosti stromu poměrně malá a také jejich počet není ani na starších stromech velký

(ÚRADNÍČEK, CHMELAR 1998). Mají válcovitý tvar a v horní části se rychle zužují (obr. 2). Na prýt přisedají stopkou o délce 4 mm, jsou leskle zelené a chlupaté. Šupiny jsou na špičce oblé a kolem 3 cm široké. Velikost semínka s křídlem je okolo 1,8 až 2,2 cm. Křídlo je na širokém okraji zaokrouhleno, ze začátku se mírně ztenčuje a ke konci, kde na semeno přisedá, je prudce sbíhavé. Křídla i semena jsou světle hnědá a lesklá. Samotné trojboké semeno má velikost asi 7 mm (HOFMAN 1963).



Obr. 1. Habitus jedle obrovské (Zdroj:

[http://www.cfr.washington.edu/classes/esc.310/species%20gallery/abies\\_grandis.htm](http://www.cfr.washington.edu/classes/esc.310/species%20gallery/abies_grandis.htm), 17. 3. 2007)

Obr. 2. Jehlice, větvička, šiška jedle obrovské (Zdroj: <http://www.uspza.cz>, 17. 3. 2007)

Klíčivost semen trvá jen jednu sezónu a procentuální úspěšnost vyklíčení je nízká. Semenáčky jeví od začátku velkou tendenci k odumírání, přičemž zatím není znám důvod, proč se tak děje. Po překonání prvních let iniciačního růstu začíná jedle obrovská růst do výšky intenzivněji a nejvyšší výškový přírůst nastává kolem dvacátého roku. Roční přírůst může dosahovat až jeden metr. Rychlým růstem předčí i ostatní jehličnany na našem území a vyrovná se i douglasce tisolisté (FULÍN et al. 2013; FULÍN, REMEŠ 2015). Například ve věku 50 let dosahuje až 40 metrů výšky.

Kořeny jsou v půdě rozprostřeny jak do šířky, tak do hloubky a napomáhají dobré stabilitě stromu. Po rozvolnění zápoje se vyskytují kmenové výmladky. Jedle obrovská se už od mládí stává terčem velkého zájmu zvěře, která až do vysokého věku okusuje mladé výhonky nebo snadno poškozují tenkou kůru (ÚRADNÍČEK, CHMELAR 1998).

### 3.5.3 Přirozený areál

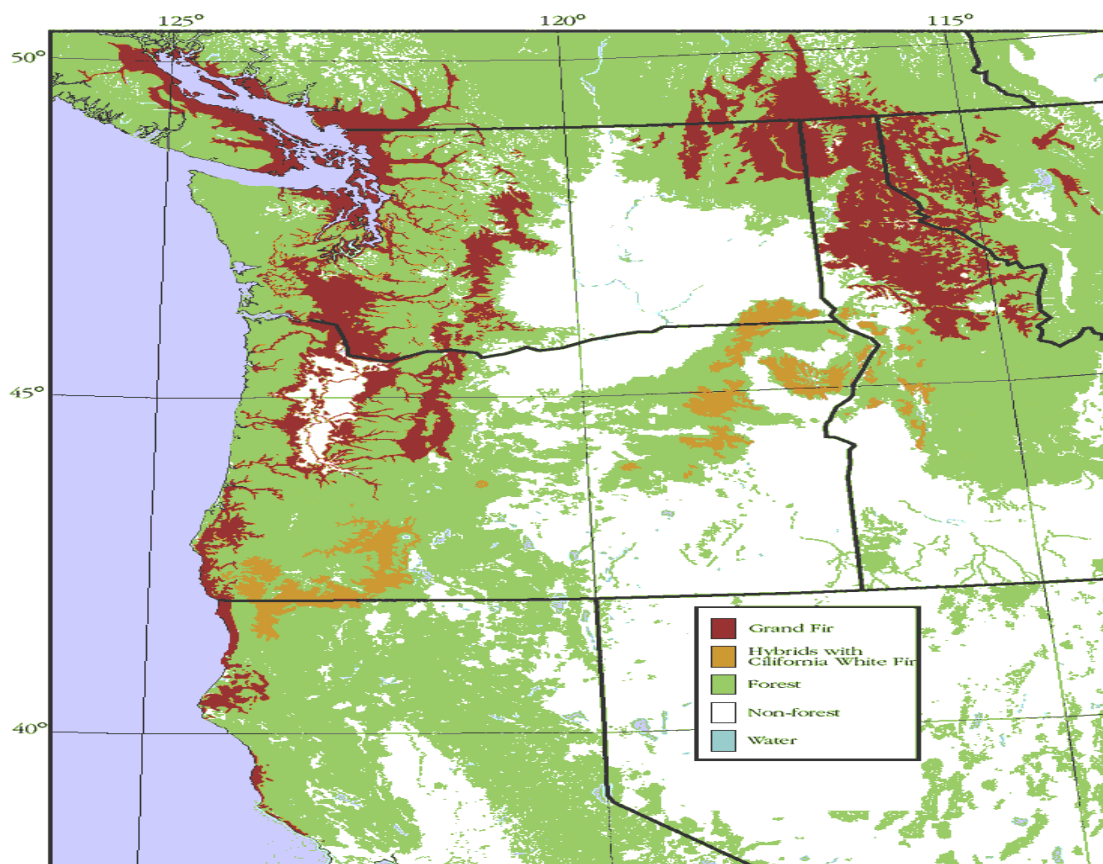
Jedle obrovská má rozsáhlý přirozený areál podél Tichého oceánu v západní části Severní Ameriky, který se rozkládá mezi 39–51° severní šířky, to znamená od severní části Kalifornie až do Britské Kolumbie v Kanadě. Od pobřeží do vnitrozemí sahá kolem 500 km (POKORNÝ 1959). Areál zasahuje státy Washington, Oregon, Idaho, Kalifornie, Montana a Britská Kolumbie (obr. 3). I výškové rozpětí je od nejnižších poloh u pobřeží až po limitní výšku 2000 m n. m.

U pobřeží ostrova Vancouver jen málokdy stoupá nad 300 m n. m., naopak na západních svazích Kaskád dosahuje výšek překračujících 1500 m n. m. Při rozdělení areálu výskytu na sekce má ve východní části spodní hranici kolem 400 a horní kolem 2000 m n. m. Na jižním okraji roste společně s *Abies concolor* var. *lowiana* (FOILES 1965).

Na západě pobřeží ostrova Vancouver se vyhýbá oblastem bohatým na déšť a vyšším polohám, kde se často vyskytuje vysoká sněhová pokrývka. Tento pro jedli obrovskou nehostinný pás přetrvává až k západním svahům hor Coast Range, které se nacházejí ve státech Oregon a Washington (FOILES 1965).

Klimatické podmínky se v jednotlivých oblastech značně liší, a proto se areál jedle obrovské rozděluje do 6 pásem, která zohledňují zejména geografické rozmístění, nadmořskou výšku, dešťové srážky a též geologické podloží, které je doplňkovou položkou pro jejich vylišení. První pásmo představují Britská Kolumbie a ostrov Vancouver, kde se jedle vyskytuje do nadmořské výšky 200 metrů na náplavech písku či na zvětralých žulách a gabru. V této oblasti spadne v průměru přes 1800 mm srážek. Druhé pásmo představuje přímořský pás ve Washingtonu a Oregonu. Výskyt jedle obrovské je zde na hlinito-šterkových náplavech řek a bocích svahů ve výšce kolem 200–600 m n. m. Srážky se pohybují okolo 500–1000 mm. Třetí pásmo představují východní svahy Kaskádového pohoří, zde se jedle nachází ve výšce od 500 až do 1700 m n. m. na geologickém podloží žuly a pemzy. Roční výše srážek při hřebenu přesahuje 1500–2000 mm a směrem do vnitrozemí klesá až pod 300 mm. Čtvrté pásmo je u Modrého pohoří, kde ročně spadne 800–1000 mm srážek. Jsou zde i suché

oblasti, kde činí roční výše srážek asi 400–700 mm. Teplota zde může v období května a června dosahovat až 40 °C ve stínu.



Obr. 3. Areál jedle obrovské (červeně) v severní Americe (Zdroj: [www.fw.tum.de/EXT/LST/BOTA ...](http://www.fw.tum.de/EXT/LST/BOTA...), 17. 3. 2007)

Jedle je tu přizpůsobena kontinentálnímu klimatu a oblast jejího rozšíření leží ve výškách od 1300 m n. m. až po hranici lesa (2200 m n. m.). Páté pásmo zahrnuje pohoří Selkirk a západní svahy pohoří Bitter Root. Jedle se nachází v údolích větších řek, jako jsou Columbia, Slovan a Kootenay, kde se úhrny srážek pohybují okolo 600 až 1000 mm. Vertikální hranice zasahuje do výšky 800–900 m n. m. Posledním, šestým, pásmem je východní část pohoří Bitter Root. Výskyt jedle obrovské je v této oblasti celkem nevýznamný, ale je zde zastoupen ekotyp přizpůsobený suchému kontinentálnímu klimatu (POKORNÝ 1959).

### 3.5.4 Klima

Rozpětí přirozeného areálu naznačuje, že jeho základní rozdělení spočívá ve vylišení oblastí s přímořským a kontinentálním klimatem. Zřejmě půjde u jedle obrovské o řadu ekotypů (POKORNÝ 1959).

Na nejsušších vnitrozemských stanovištích dosahují srážky okolo 350–400 mm a u pobřeží se naopak pohybují až do 2000 mm. Rozložení srážek na většině území areálu je způsobeno ročním obdobím, kdy v zimě a na jaře převládají četné srážky, zatímco v létě je výskyt dešťů minimální, což je ve vnitrozemí umocňováno vysokým výparem. Teplotní hranice kolísají v rozmezí od –40 do +40 °C. Délka vegetační doby v rámci areálu jedle obrovské činí 100 až 180 dní (BERAN 2006).

### 3.5.5 Nároky na světlo

V mladším věku je její růst díky zástínu pomalejší, ale jakmile se jí naskytne přístup ke světlu, využije tuto možnost k nastartování rychlejšího růstu. V období, kdy je jedle obrovská ve stadiích tyčkoviny a tyčoviny, se rychlým růstem dostává do popředí a ve vyšším věku je horní část korun stromů plně osvětlená. Přizpůsobivost a rychlost růstu v jednotlivých letech dává jedli obrovské možnost dostat se až do úrovně či nadúrovně porostu (HOFMAN 1963). Z tohoto hlediska lze jedli obrovskou přirovnat k severoamerické douglasce tisolisté.

### 3.5.6 Půda

Při tak rozsáhlém areálu, jaký má jedle obrovská v Severní Americe, je zřejmé, že nebude vázána na jeden typ půdy. Její schopnost přizpůsobit se širokému rozmezí půdních typů vedla k tomu, že ustoupila od specifických nároků. Jedle obrovská roste na žulových, dioritových, porfyrických, čedičových a diabasových podkladech, dále na rule, fylitu, svoru, andezitech a lávových tufech, dále na substrátech ze sedimentů na slepencích, pískovcích a dokonce i na vápencích, velmi hojně pak na aluviálních a deluviálních náplavech. Pokud jde o obsah živin, je rozpětí vlastností zaujatých půd charakterizováno přechodem nutričních podmínek od nejchudších až po nejbohatší. Hodně bohaté jsou například půdy na říčních náplavech či na svahovém deluviu, kde jsou minerální živiny nanášeny vodní, větrnou nebo gravitační cestou. Naopak velmi chudé půdy jsou na exponovaných hřebenech a skalních stěnách. Jedle obrovská roste i na hlubokých, dobře provzdušněných a vodou bohatých půdách, ale také na

velmi mělkých až středně hlubokých uléhavých půdách. Vyhýbá se půdám, kde se nachází stagnující voda (POKORNÝ 1959).

Lze konstatovat, že jsou pro ni vhodné hlubší, minerálně bohatší půdy s lepším vzdušným a půdním režimem, které se vyskytují především v pacifické oblasti; naproti tomu ve vnitrozemských oblastech na půdách mělkých až velmi mělkých (skalnatých), sušších a chudších jedle obrovská strádá. Pacifické ekotypy jsou ve srovnání s vnitrozemskými tedy náročnější na půdní, ale i klimatické požadavky (HOFMAN 1963). Zároveň budou představovat zajímavější provenience i z produkční stránky.

### 3.5.7 Introdukce do ČR

Od počátku směřoval dovoz semen jedle obrovské do různých částí českých zemí, přičemž se jednalo především o šlechtické rody a jejich sídla. Výsadby probíhaly zpočátku v arboretech, parcích a podobných specializovaných objektech, ale část reprodukčního materiálu se dostala i do lesních porostů. Tento trend byl výraznější počátkem 20. století a byl zaměřen spíše na okrasnou funkci. Z této doby pochází například i 100 let stará jedle obrovská na křižovatce lesních cest u hřbitova na lokalitě Aldašín na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy. Nejstarší jedinci se dochovali v arboretu Bukovina na Hrubé Skále a dále u obce Drahenice v okrese Strakonice. Právě na Drahenické hoře u Blatné byly vytvořeny první souvislé výsadby jedle obrovské. Zasloužil se o to osvícený lesník Rektorys, který se nebál do jihočeských lesů v letech 1913 až 1915 vysadit introdukovanou dřevinu a ukázat její schopnosti i v zapojeném porostu. Pro představu o růstu jedle obrovské byli v arboretu Bukovina změřeni jedinci, kteří ve stáří 95 let dosahovali  $d_{1,3}$  110–125 cm a výšky 38–45 m (PONDĚLÍČEK 2002).

Z období let 1938 až 1948 nejsou bohužel žádné záznamy, které by informovaly o introdukci jedle obrovské na naše území; bylo to z důvodů bojů v druhé světové válce. Po skončení války se v 50. letech začal Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti intenzivně zajímat o cizokrajné dřeviny, které by se mohly využít v podmínkách našeho lesního hospodářství. Pro uskutečnění této myšlenky bylo nejprve potřeba založit výzkumné plochy. První plochy s jedlí obrovskou o velikosti 0,8 ha vznikly však až v letech 1961–1970. Další zakládání výzkumných ploch následovalo v letech 1982 až 2000. Dohromady bylo založeno 11 dlouhodobých výzkumných ploch s jedlí obrovskou, které celkem zaujímají rozlohu 5,88 ha (ŠINDELÁŘ 2004).

Nejrozsáhlejší pokusy s introdukovanými dřevinami byly zahájeny v 70. letech kvůli zhodnocení možností náhrady našich domácích dřevin postižených odumíráním. Cizokrajné dřeviny měly zajistit srovnatelnou hospodářsko-produkční kvalitu, která by zásobovala náš dřevozpracující trh. Výsledky z pokusů se tedy začaly v 70. a 80. letech postupně shromažďovat. Nebylo jich bohužel mnoho, jednalo se spíše o ojedinělé případy. Zájem se zvýšil až když Ministerstvo lesního a vodního hospodářství ČSR v letech 1980–1982 zadalo výzkumný úkol související s introdukovanými dřevinami, který byl vytvořen na popud výsledků jednání 5. mezinárodní konference IUFRO. Do této akce byl zapojen VÚLHM, který měl za úkol s mezinárodní organizací spolupracovat především ohledně severoamerických dřevin. Pracovníci výzkumného ústavu zahájili zakládání výzkumných ploch pod záštitou IUFRO, mj. i s jedlí obrovskou, od níž bylo na uvedených plochách vysazeno 32 dovezených proveniencí (VANČURA 1990).

Na území České republiky je k dispozici poměrně malá plocha výsadeb jedle obrovské a ještě méně starších porostních skupin. Podle prověrky, která proběhla v roce 1976 v Čechách a na Moravě za spolupráce VÚLHM a podnikových ředitelství Státních lesů, bylo zjištěno, že jedle obrovská pokrývá 223 hektarů redukované plochy v počtu 1600 výsadeb. Většina plochy se nacházela v jižních Čechách. Výsadba jedle obrovské byla provedena jak v porostních směsích, tak i v samostatných porostních skupinách. Při vyhodnocení prověrky byla nalezena zajímavá informace o výskytu jedle obrovské podle nadmořské výšky. Velká část porostů (57 % z 223 ha) rostla v rozmezí 350–550 m n. m. Podle lesních vegetačních stupňů to znamená, že se jedle obrovská nachází v druhém buko-dubovém a třetím dubo-bukovém lesním vegetačním stupni (LVS). Další nejčastější výskyt (29 % z uvedených 223 ha) byl ve čtvrtém bukovém a pátém jedlo-bukovém LVS. Zbývající výsadby se nacházely v nadmořské výšce pod 350 a nad 750 m (PONDĚLÍČEK 2002).

Studie KOUBY a ZAHRADNÍKA (2011), která byla zaměřena na časový vývoj základních taxačních charakteristik nejvíce zastoupených introdukovaných dřevin, potvrzuje, že jedle obrovská byla významně zaváděna do lesních porostů teprve před 40 lety. Při využití všech údajů z lesních hospodářských plánů a inventarizace lesů se zjistilo, že zastoupení jedle je nejvýraznější v prvních pěti věkových stupních. Největší počet jedinců se vyskytuje ve 2. věkovém stupni. Přesto byl v roce 2010 průměrný věk jedle obrovské 37 let. V roce 2014 bylo největší zastoupení dřeviny zaznamenáno ve stejném věkovém stupni s plochou 307,1 ha (tab. 1).

Tab. 1. Zastoupení jedle obrovské ve věkových stupních

(Zdroj: <http://eagri.cz/public/app/uhul/SIL/sil-d5.cshtml>, 30. 5. 2016)

Věk. stupně	Plocha [ha]
1.	212,62
2.	307,10
3.	291,20
4.	227,89
5.	160,43
6.	16,23
7.	3,01
8.	0,63
9.	0,90
10.	0,56
11.	0,37
16.	0,11
Celkem	1221,05

Avšak celkové zastoupení jedle obrovské v České republice se za čtyři roky zvýšilo z 1089,18 ha na 1221,05 ha (<http://eagri.cz/public/app/uhul/SIL/sil-d5.cshtml>). Přesto z hlediska vývoje zastoupení jedle obrovské v jednotlivých věkových stupních je patrné, že trend zakládání nových porostů touto introdukovanou dřevinou klesá a není snaha jej znovu oživit.

Po schválení zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, který stanovuje, že výsadba introdukovaných dřevin v příslušných kategoriích zvláště chráněných území musí být provedena se souhlasem orgánů ochrany přírody, se výrazně omezilo vysazování introdukovaných dřevin na těchto lokalitách. Podle zákona je limitováno i zastoupení introdukovaných dřevin v hospodářských lesích mimo zvláště chráněná území. V odpovídajících ustanoveních je vlastníkům lesa pěstování introdukovaných dřevin zásadně ztěžováno (PONDĚLÍČEK 2002).

### 3.5.8 Výskyt a využití jedle obrovské v lesním hospodářství ČR

Pěstování veškerých introdukovaných dřevin u nás není podle § 31 (obnova a výchova lesních porostů) zákona č. 289/1995 Sb. zakázán. Pouze se uvádí, že vlastník lesa je povinen obnovovat lesní porosty stanovištně vhodnými dřevinami. V tomto případě to jsou i introdukované dřeviny, které tyto podmínky splňují. Zmínky o introdukovaných dřevinách se objevují ve vyhlášce č. 83/1996 Sb., kde jsou pro ně vymezeny hospodářské soubory např. HS 25, 45, 47, 55, 57, které umožňují určité procentuální zastoupení jedle obrovské. Naproti tomu zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v některých případech omezuje pěstování introdukovaných



(nepůvodních) dřevin v národních parcích, chráněných krajinných oblastech nebo v národních přírodních rezervacích.

Existují dva různé pohledy, kdy je na jedné straně snaha umožnit vlastníkům lesa pěstovat introdukované dřeviny, které by prohloubily plnění funkcí lesa a pomohly zvýšit produkci, na druhé straně však stojí dřevozpracující průmysl, který v ČR není na tyto dřeviny ochoten reagovat a nechce tento sortiment vykupovat. To znamená, že ani vlastníci lesa nejsou u nás často motivováni k pěstování a zvyšování zastoupení introdukovaných dřevin.

Údaje o zastoupení jedle obrovské v České republice a v hlavní zájmové oblasti z pohledu této práce, tedy na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy, obsahují tabulky 2 a 3, které také uvádějí zásobu, střední věk a rozložení ve věkových stupních.

Tab. 2. Zastoupení jedle obrovské v ČR a na ŠLP Kostelec nad Černými lesy (Zdroj: LHP 2001, 2011; Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky 2006)

	Porostní plocha [ha]	Porostní plocha [%]	Zásoba [m <sup>3</sup> b. k.]	Zásoba [%]	Střední věk [rok]
ČR	916,23	0,04	79 930	0,01	19
ŠLP Kostelec n. Č. l. (2001)	6,28	0,11	983	0,09	25
ŠLP Kostelec n. Č. l. (2011)	7,95	0,14	1913	0,11	18

Tab. 3. Zastoupení jedle obrovské ve věkových stupních (Zdroj: MZe ČR, Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky 2006)

	Věkový stupeň							
	1	2	3	4	5	6	7	8
[ha]	249,80	272,17	217,06	152,28	21,09	2,19	0,70	0,44
[tis. m <sup>3</sup> b. k.]	0,01	6,87	29,07	35,67	6,52	0,91	0,38	0,22

### 3.5.9 Růst a produkce jedle obrovské v ČR

O produkci jedle obrovské je v podmínkách České republiky k dispozici minimum údajů. Souvisí to s malou rozlohou výsadeb této dřeviny, marginalitou její problematiky a relativně nízkým věkem výsadeb. Také pokles zájmu o introdukované dřeviny hrál v posledních desetiletích svou roli. Na druhé straně i velmi řídké údaje o růstu a produkci této dřeviny indikují vysoký potenciál, který v těchto aspektech jedle obrovská má.

Již srovnání analýzy dat tzv. lesnické statistiky (KOUBA, ZAHRADNÍK 2011; PODRÁZSKÝ et al. 2013a) dokládá v globálním pohledu příznivější produkční ukazatele pro jedli obrovskou i ve srovnání s douglaskou tisolistou jako jinak nejproduktivnější dřevinou v evropském a možná i světovém kontextu. Je to však zapříčiněno i skutečností, že jedle obrovská vytváří díky svým nižším nárokům na světlo hustší zápoj s vyšší zásobou bez výrazné autoredukce do vyššího věku a byla rovněž vysazována především na jí zcela odpovídající „jedlová“ stanoviště, zatímco douglaska i díky svému výrazně vyššímu zastoupení v českých lesích roste i na pro ni výrazně méně příznivých stanovištích.

Při srovnání jedle obrovské se smrkem ztepilým a jedlí bělokorou na školním polesí Hůrky u Písku odpovídá výškový růst této introdukované dřeviny nejvyšším bonitám. Přestože není její růst v optimu, dokáže o čtyři bonitní stupně předstihnout na daném stanovišti smrk (WOLF 1998c).

Jedle obrovská reaguje na méně příznivých stanovištích velmi výrazně i na úpravu půdního prostředí. V experimentu s aplikací hnojiv řady Silvamix na Českomoravské vysočině prokázali PODRÁZSKÝ a REMEŠ (2007, 2008b) velmi výraznou růstovou reakci jedle obrovské rostoucí v clonném postavení na chudším stanovišti. Výškový přírůst v mladším věku byl dokumentován v letech 1997 až 2006 na kontrolní ploše, kde byla v letech 1990 až 1991 provedena výsadba jedle obrovské. Půdní typ porostu je dystrická kambizem s lesním typem 5K8. Naměřený výškový přírůst byl v roce 1997 19,4 cm, v roce 2003 37 cm, v roce 2004 45 cm, v roce 2005 41 cm a v roce 2006 36 cm. I v mladém věku a v clonném postavení jedle obrovská ukazuje, že je rychle rostoucí dřevinou s velkou produkční schopností. V období 1991–2003 byl přirhojením přírůst zvýšen až o cca 50 %.

I starší údaje dokládají značný růstový potenciál jedle obrovské. Z hlediska výškového přírůstu jsou například u solitér jedle obrovské v našich podmínkách roční přírůsty ve věku 40 let okolo 60 cm a v 70 letech dosahují ještě stále 45 cm. U některých jedinců se ještě ve starším věku projevoval vysoký výškový přírůst, který dosáhl až 100 cm, což je u našich domácích dřevin, a to i u rychle rostoucích, neobvyklé. Časté poničení terminálů u solitérních stromů však může výšky, které byly dosaženy v určitém věku, zkreslovat, a proto nelze ani uvedený vysoký přírůst brát jako konečnou hodnotu (HOFMAN 1963).

Produkce hroubí a průměrné roční přírůsty jedle obrovské jsou v našich podmínkách podobné jako u německých a některých horších dánských porostů (HOFMAN 1963). Vyšší produkci mají lepší porosty dánské a také francouzské a britské. Hlavním důvodem pro tyto velké rozdíly je klimatická odlišnost srovnávaných

vzdálených stanovišť. Produkční vlastnosti jedle obrovské jsou při posuzování rozdílů mezi kontinentálními a přímořskými oblastmi dosti rozdílné. V kontinentálních oblastech dosahuje tato dřevina menší produkce hmoty hroubí než v přímořských regionech. V této souvislosti se nejedná jen o jedli obrovskou, ale i o další dřeviny. Například smrk, borovice a douglaska mají na našem území nebo na území se stejnými podmínkami nižší produkci, a to až o 20–30 %, na rozdíl od vysloveně přímořských oblastí (Velká Británie, severní či severozápadní Francie). Je proto nutné s tímto faktem počítat a předpokládat v ČR a v zahraničí u jedle obrovské různé produkční vlastnosti.

Při posouzení dosažených výšek a výškových přírůstků jedle obrovské ve srovnání s britskými, dánskými, francouzskými a částečně i s německými hodnotami dosahují naši jedinci menšího výškového přírůstu. Pokud se nepřihlíží k věku, ukazuje menší vzrůstnost našich jedlí i rozložení četností podle celkového průměrného ročního výškového přírůstu. U našich jedlí obrovských je převaha stromů (celkem 79 %) s přírůstem do 60 cm, u německých a dánských je četnost stromů s přírůstem do a nad 60 cm zhruba vyrovnaná, zatímco u britských, francouzských a dánských jedlí obrovských je mírná převaha jedinců s ročním výškovým přírůstem nad 60 cm. Věk hraje v tomto případě značnou úlohu, neboť s jeho zvyšováním průměrný roční přírůst klesá. České porosty však nejsou z hlediska stáří rovnoměrně rozloženy, takže mají menší růstovou schopnost (HOFMAN 1963).

Pokud jde o tloušťkový přírůst, není z našeho území pro jedli obrovskou dostatek disponibilních dat, přesto jde o důležitý ukazatel. Značný rozdíl je mezi přírůstem stromu solitérního a rostoucího v porostu, kdy přírůst solitéru dosahuje v nižším věku vyšších hodnot. Pro růstovou analýzu byly níže zmíněným autorem vybrány tři vzorníky s různou pozicí v porostu. Ze vzorníků byl podobně jako u solitérů odebrán vývrt v prsní výšce. Zjištěné údaje po vyhodnocení ukázaly, že tloušťkový přírůst kulminuje jako první a až o několik let později kulminuje výškový přírůst. U jedle obrovské nastává kulminace tloušťkového přírůstu dříve než u našich domácích dřevin (HOFMAN 1963).

Častým jevem u jedle obrovské je zlomený vrchol stromu (stejně jako u jedle bělokoré), který je nahrazován dvojitým způsobem. První možností je aktivace náhradního pupenu v paždí některé ze zbylých horních větví či přímo na kmeni v blízkosti zlomu. Druhou možností je napřímení původně boční větve, z níž vznikne tzv. bajonetový vrchol.

Příkladem je strom rostoucí na ŠLP Křtiny, který byl ve věku 60 let poškozen vrcholovým zlomem (výška po zlomu 26 m,  $d_{1,3}$  0,63 m), na kterém vyrostl z náhradního pupenu nový vrchol. Tento svislý výhon prodloužil během dalších 17 let

korunu o 10 metrů. Strom regeneroval a v 77 letech dosáhl výšky 36 metrů a výčetní tloušťky 0,75 m. V jiném případě byla po nešetrné těžbě zlomena téměř celá koruna (věk 35 let,  $d_{1,3}$  19 cm). Na kmeni zbyly jen dvě větve, ze kterých se vytvořily nové vrcholy a postupně se z nich stala koruna, která během 15 let zajistila zvětšení tloušťky kmene na 0,39 m, tzn. více než o 100 % (MUSIL, HAMERNÍK 2007).

### 3.5.10 Vliv jedle obrovské na půdu

Dokumentů, které popisují vliv jedle obrovské na půdní složku, není mnoho. Zahraniční autoři (AXELLSON 1985; NASON, MYROLD 1992; WARING et al. 1992; TIEDEMANN et al. 1998; GARRISON et al. 2000; FERGUSON et al. 2007) se zaměřili na vliv přihnojení a probírek v porostech této dřeviny z hlediska jejich dopadu na změnu nutričních hodnot v půdě a vývoj růstu tohoto druhu v různých věkových stádiích. Na našem území se vlivem jedle obrovské na půdu zabývá pouze několik prací, neboť zatím není v našich podmínkách tato introdukovaná dřevina příliš rozšířena. Vliv na složky přírodního prostředí zdokumentovali např. PODRÁZSKÝ et al. (2001a, 2001b), PODRÁZSKÝ a REMEŠ (2007, 2008a, 2008b, 2009) nebo PODRÁZSKÝ et al. (2009). Ve zmíněných studiích bylo zjištěno, že opad jedle obrovské je relativně bohatý na živiny, ale kvůli rychlému růstu spotřebuje větší množství dusíku. Jedle obrovská má nicméně i tak meliorační účinky, které pomáhají zlepšovat chemické složení lesní půdy, což jednoznačně platí ve srovnání s domácími jehličnany.

### 3.5.11 Strukturované porovnání jedle obrovské s jedlí bělokorou

Porovnání údajů jedle bělokoré s jedlí obrovskou, které je zobrazeno v tabulce č. 4, umožní poukázat na jejich shodné či rozdílné charakteristiky.

Tab. 4. Porovnání jedle obrovské s jedlí bělokorou (Zdroj: HOFMAN 1963; MUSIL, HAMERNÍK 2007)

Parametr	<i>Abies alba</i>	<i>Abies grandis</i>
Výška	30–40(60–68) m	(35–)43–61(–76) m
Výčetní tloušťka	1–1,5(2,07–3,80) m	(0,5–)1–1,5(–2,1) m
Věk	300–500(600–800?) roků	250(–300) i více roků
Koruna	kuželovitá, velmi pravidelně rozvětvená, větve ± kolmo ke kmeni	kuželovitá, v dospělosti kopulovitá

<b>Kmen</b>	téměř válcovitý	dlouhý, válcovitý, čistý
<b>Výmladnost</b>	slabá kmenová výmladnost, občasná pařezová výmladnost	kmenová výmladnost při uvolnění zápoje
<b>Kořenový systém</b>	kulový až srdcovitý, hluboko sahající kořeny, od 30–40 let tvorba upevňujících kořenů	kulovitý, rozprostřený, hluboko sahající
<b>Jehlice</b>	<b>zastíněné</b> j. – ploché, tupé, vykrojené, <b>osluňené</b> j. – špičaté/zaoblené, vzhůru zahnuté, vytrvání j. 8–12 let, rychle rozpadavé s mírnou aciditou	na bočních větvích dlouhé, 2řadě rozmístěné, na plodných větvích kratší, nahoru nahloučené
<b>Kvetení</b>	IV–V(VI), solitér kvete ve 30 letech, v zápoji v 60–70 letech	v domovině koncem III až v polovině V, v horských polohách vnitrozemí až v VI
<b>Semenný rok</b>	po 2–6 letech	po 2–3 letech
<b>Šišťice</b>	<b>samčí</b> – 2 cm dl. a 0,6 cm široké, <b>samičí</b> – 2,5–4,5 cm dl. a 1–1,5 cm široké	neuveдено
<b>Šišky</b>	velikost 10–18×3–5 cm, zřetelné podp. šupiny, přímé, přitisklé/ohrnuté, dozrávají ve 2. půli IX. měsíce prvního roku, rozpadavé, plodnost do vys. věku	válcovité, 5–10 cm dlouhé, 3 cm široké, podp. šupiny nevyčnívají, zrání v VIII–IX, rozpadají se o měsíc poději, plodí od 20. roku
<b>Semena</b>	malá klíčivost (40–50%), velká (7–10 mm dl.), tříhranná, leskle hnědá, pryskyřičnatá	klíčivost přes 50 %, semena 9 mm dlouhá, délka křídla 19 mm
<b>Semenáčky</b>	vysoké 4–5 cm, nahoře ukončeny 5–6 jehlicovitými dělohami, optim. osvětlení 15–51 %	vysoké 3–4 cm, nahoře ukončeny 5–6 jehlicovitými dělohami
<b>Vegetativní množení</b>	pro zahrad. potřeby, roubování	pro zahrad. potřeby, roubování
<b>Půda</b>	hlinité a jílovité p., hlubší středně živné až bohaté, čerstvě vlhké až podmáčené, chrání půdu a udržuje jí v dobrém stavu	vlhké, hluboké aluviální p., strže, mírné horské svahy, rokle
<b>Růst</b>	pomalý vývoj do 15. roku života, kulminace – objemová v 55–65 letech, výšková ve 30–40 letech	rychlý růst, dominantní postavení v klimaxovém stadiu
<b>Regenerace</b>	a) náhradní pupeny b) vzpřímení některé z horních větví = bajonetový vrchol	a) náhradní pupeny b) vzpřímení některé z horních větví = bajonetový vrchol

<b>Biotické vlivy</b>	korovnice, václavka, rakoviny, virózní onemocnění, okus zvěří, změna hospodaření na holosečný způsob	václavka, okus zvěří, korovnice
<b>Abiotické vlivy</b>	znečištěné ovzduší, kyselá deště, odvodňování porostů, výkyvy teplot	znečištění ovzduší, pozdní mrazy, v mládí zlomy po těžkém sněhu
<b>Oblast výskytu</b>	ostrůvky v horských oblastech ve střední a jižní Evropě (od Pyrenejí přes Korsiku, j. Itálii a Makedonii – po Bulharsko a Řecko)	severozápadní Amerika – Oregon, Kalifornie, Washington, Idaho, Britská Kolumbie (Vancouver)
<b>Proměnlivost</b>	morfologicky i geneticky málo proměnlivá	málo proměnlivá
<b>Hybridy</b>	<i>A. alba</i> × <i>A. cephalonica</i> = <i>A. ×borisii-regis</i> , taxon <i>A. nebrodensis</i> , <i>A. alba</i> × <i>A. veitchii</i> , speciace = geografická izolace	<i>A. grandis</i> × <i>A. concolor</i> = <i>A. lowiana</i> , <i>A. grandis</i> × <i>A. lasiocarpa</i>
<b>Ekologie; lesní porosty</b>	stinná dřevina, pěstebně citlivý druh, vyžaduje vzduš. vlhkost, vyhýbá se suchým stanovištím, intercepce 40–80 % srážek v nadzem. části, optimum – víceetážový porost	toleruje zástin, v dospělosti vyžaduje trochu více světla, celkem přizpůsobivá
<b>Klima</b>	subatlantické, submediteránní, vyhýbá se volným větrným polohám, citlivá na pozdní mrazy, optimální teploty – leden (–4,5 °C), červenec (+15 °C)	prům. roční teploty 6–10 °C, ve veg. období 14–19 °C, roční srážky (360–) 510–2800 mm
<b>Vertikální rozložení</b>	140–2100 m n. m., horský druh, ČR optimum v 500–900(1100) m n. m.	0–1830 m n. m.
<b>Dřevo</b>	nažloutle bělavé, bez zřetelného jádra, bez pryskyřičných kanálků, letokruhy ostře ohraničené	žluté až světle hnědé, šedohnědé
<b>Vlastnosti dřeva</b>	podobné technické vlastnosti jako SM, ale méně lesklé, šedne, hůře se hobluje, nemá prysk. kanálky	měkké, lehké, méně pevné
<b>Upotřebení</b>	stavební dříví, důlní dříví, na vodní stavby, na výrobu hudebních nástrojů, na řezbářství	ve stavebnictví, v sadovnictví, dekorace – vánoční stromky, na vlákninu
<b>Šíření</b>	po ústupu ledovce se k nám šířil nejprve SM a DB a a dále JD a BK, v subatlantiku její maximum, do severní Evropy už se nestačila rozšířit	indrodukována do Evropy začátkem 19. století

### 3.5.12 Provenienční pokusy

Za účelem zvládnutí úspěšného pěstování introdukované dřeviny je třeba nejprve provést její aklimatizaci. Po dobu trvání růstu výsadby v určitém sponu a počtu se v nových podmínkách v pravidelných časových intervalech zjišťují biometrické veličiny a kvalitativní znaky, které jsou následně vyhodnoceny podle provenienčních oblastí. Získané informace jsou využity pro výběr nejkvalitnějších proveniencí pro přírodní podmínky ověřovacích lokalit.

Jedle obrovská je podle FLETCHERA (1986) zařazena do provenienčních oblastí Ia – Britská Kolumbie, ostrov Vancouver, Ib – Washington, pobřeží, II – Washington, Kaskády, III – Idaho, Montana, IV – Oregon, Kaskády. Vymezené oblasti jsou používány u provenienčních pokusů v České republice i v okolních zemích.

Z výsledků provenienčních pokusů, které byly prováděny pod záštitou IUFRO, došli naši autoři (ŠIKA, VANČURA 1987; VANČURA 1990; BERAN 2006; ŠINDELÁŘ et al. 2006; ŠKORPÍK et al. 2013; ČÁP et al. 2012; KREJZEK et al. 2015) ke stejnému závěru, tj. že nejlepší provenience z hlediska produkce pocházejí z oblastí ostrova Vancouver, washingtonského pobřeží a washingtonských Kaskád. Z hlediska pěstování jedle obrovské se na našem území projevují jako vhodná varianta zejména provenience z pobřeží Washingtonu.

V okolních zemích, které se zapojily do provenienčních pokusů s jedlí obrovskou, jsou výsledky autorů obdobné (BURZYNSKI, VANČURA 1985; FLETCHER, SAMUEL 1990; KÖNIG 1995; KLEINSCHMIT et al. 1996; KULEJ, SOCHA 2008; LIESEBACH et al. 2008; RAU et al. 2008). To ukazuje, že vhodná volba provenience jedle obrovské může hrát důležitou roli pro zlepšení produkce lesního porostu (FULÍN 2015).

### 3.5.13 Pěstování jedle obrovské

#### 3.5.13.1 Semenářství

Jedle obrovská začíná plodit ve dvacátém roce života. Sběr se provádí v VIII.–IX. měsíci, kdy šišky pomalu dozrávají, ale ještě nejsou úplně zralé, neboť o měsíc později se již celá šiška rozpadá (MUSIL, HAMERNÍK 2007).

Z jednoho stromu se při sběru získá v průměru cca 30 kg šišek; u mladších jedinců, tj. asi do věku 40 let, se získá jen polovina tohoto množství. Ze 100 kg šišek se vylouští zhruba 4 kg osiva (HOFMAN 1963).

Byla testována i klíčivost semen jedle obrovské, která se pohybovala od 40 do 70 %, kdy záleželo na provenienci. Při testování se zjistila zajímavá skutečnost, že

semeno potřebuje větší dobu na vyklíčení, než je standardní doba 21 dní. Přikročilo se tedy k prodloužení doby na 50 dní, která zvýšila úspěšnost vyklíčení semen i o několik desítek procent. Bylo by tedy dobré uvažovat o delším ponechání semen v půdě pro vyšší vzcházivost (HOFMAN, VACKOVÁ 1966).

Před výsevem je doporučeno semena namočit do studené vody (0–2 °C) na dobu 48 hodin. Výsev se provádí do řádků s množstvím 12 g na běžný metr. Semenáčky je potřeba zaclonit, protože jsou citlivé na přímé oslunění. Školování začíná po druhém roce ve sponu 20×20 až 25 cm. V úvahu je potřeba brát 30% ztrátu (PONDĚLÍČEK 2002).

### 3.5.13.2 Výsadba

Podle dosavadních zkušeností je nejlepší jedli obrovskou vysazovat do skupin, směsí nebo jednotlivě. Nedoporučuje se zakládat velké čisté monokultury, neboť se ani v přirozených podmínkách výskytu jedle obrovské tento případ nevyskytuje. V zahraničí i v České republice se projevuje jako vhodná směs jedle obrovské s douglaskou tisolistou, ale musí se přitom počítat s možným nedostatkem živin v půdě, a to především dusíku. Směsi jedle obrovské se smrkem nejsou příliš vhodnou variantou, i když si v mládí obě dřeviny příliš nekonkurují a dobře odrůstají. Ve starších porostech však potřebují více prostoru a vzniká tak konflikt z hlediska pěstebně-ekonomického zájmu. Je tedy nutné zvážit, jakou dřevinu preferovat. Pokud není zvolen správný postup, lze znehodnotit kvalitu sortimentů jak jedle obrovské, tak její příměsi. Směs buku lesního s jedlí obrovskou není výhodná vzhledem k rozdílným růstovým charakteristikám. Buk je v takových případech netvárný, utlačovaný a nemá velkou šanci přežít do mytního věku. Naproti tomu se osvědčilo pěstovat jedli obrovskou společně s ostatními jehličnany nebo s větším množstvím přimíšených druhů dřevin jako možnost náhrady za jedli bělokorou. O podsadbě jedle obrovské nelze z ekonomického hlediska uvažovat, protože je nevýhodná kvůli vysokým cenám sadebního materiálu. Preferuje se spíše umělá obnova na maloplošných holých sečích, kde je vysazována ve sponu 2×2 m, tedy zhruba 2500 sazenic na 1 ha (podle legislativy jsou stanoveny minimální počty sazenic 2000 ks na hektar). V některých případech je vzhledem k velkým ztrátám možné zvolit i hustší spon. Po založení porostu je důležitá ochrana sazenic proti škodám zvěří a vyvarování se poškození stromků mechanizací v průběhu celého života porostu (PONDĚLÍČEK 2002).

Záznamy z kompletní inventarizace lesních porostů na školním polesí Hůrky u Písku z let 1962–1979 dokazují, že po výsadbách docházelo k velkým ztrátám sazenic. Z evidence polesí vyplynulo, že v letech 1960–1969 bylo vysázeno 43 000 sazenic



jedle obrovské na ploše 8,60 ha, přičemž z této sumy odumřelo 14 000 sazenic představujících redukovanou plochu 3 ha. Po vylepšení výsadeb došlo k odumření dalších 6 300 sazenic (cca 1,3 ha). Celkový počet odumřelých sazenic tedy dosáhl 20 300, tzn. že se mortalita pohybovala okolo 47 %. V dalším období v letech 1970–1979 byly na holinách o velikosti 4 ha založeny nové porosty s využitím 20 000 sazenic jedle obrovské, které byly z velké části oploceny. Zde šetření ukázalo, že zcela odumřelo 3 850 sazenic (0,70 ha) a 3 250 sazenic bylo poškozeno zvěří. Po prozkoumání jednotlivých údajů byl vysloven názor, že odumírání sazenic jedle obrovské je způsobeno nesprávnou manipulací při výsadbě a vysokými stavy zvěře, která způsobuje poškození a ztráty okusem. Důležitá je tedy velká citlivost jedle obrovské na vysychání kořenového systému při výsadbě, kdy je zvláště nutné chránit její kořenový systém před nepříznivými podmínkami (WOLF 1998c).

### 3.5.13.3 Výchova

Značný výškový rozdíl u jedle obrovské byl zaznamenán při odlišné výchově kultur. Při klasické péči dosahuje sazenice jednoho metru až po 5–6 letech, při výchově kultur intenzivní péčí může být tato doba zkrácena na 2–3 roky (WOLF 1998c). Poté, co sazenice dosáhnou výšky kolem 1 m, začne se projevovat výšková diferenciaci jednotlivých stromků a velmi diferencovaná růstová dynamika. U dominantních jedinců, kteří předrůstají ostatní, se roční výškový přírůst pohybuje kolem 50–90 cm, při dosažení šestimetrové výšky se tempo růstu zvyšuje na 80–110 cm za rok. Tento každoroční přírůst trvá zhruba do 35 let věku stromu.

Po provedených probírkách byly na sledovaných plochách změřeny výšky všech stromů (celkem 711 ks). Na základě měření byli vybráni nejvyšší jedinci, u kterých bylo proměřeno posledních pět let přírůstů z letorostů. Tato měření potvrdila, že každý rok přirůstala výška dominantních jedinců v rozpětí 60–90 cm, tzn. v průměru 75 cm. I když se nejednalo o hodnoty středního kmene v porostech, mají tyto údaje význam z hlediska možného porovnání dalšího vývoje předrůstavých jedinců. Právě na tyto jedince je nutno soustředit pěstební péči, protože budou tvořit kostru porostu a budou nositeli kvalitních sortimentů a nejvyššího přírůstu. Proto je důležité věnovat horní výšce porostu mimořádnou pozornost. Výše uvedená studie uvádí sledování výsadby v podmínkách školního polesí Hůrky, kde průměrné srážky činí 550 mm a průměrná teplota kolem 7,5 °C. Polesí se nachází v 370–476 m n. m. s podložím tvořeným převážně krystalickou břidlicí. Porosty byly vysazovány spíše příležitostně za účelem zvýšení produkce lesa a částečné náhrady za jedli bělokorou.

Při výchově mladších porostů je nutný intenzivní zásah se značnou redukcí počtu jedinců v porostu. U náseků se musí dbát na včasné uvolnění, s nímž se začíná už v 10. roce. Ve věku 15–30 let následuje intenzivní uvolnění zdravých a kvalitních jedinců. Tento zásah by měl mít intenzitu 30 až 50 %. Mezi 30.–40. rokem směřují zásahy do úrovně, kde je podporováno zvýšení objemového přírůstu jednotlivých kvalitních stromů. Pozornost je věnována i porostní skladbě, kterou lze jednoduše upravovat pomocí probírek. Doba návratná by neměla překročit pětiletou hranici. Ve věku 50 let se provádějí silné pozitivní výchovné probírky, které upravují zakmenění na 0,7–0,8. Po dosažení věku 65 let následuje pomalá příprava porostu na přirozenou obnovu (HOFMAN 1963).

#### 3.5.13.4 Obnova

Při obnově jedle obrovské je důležité správné stanovení obmýcí a obnovní doby. Objemový přírůst u takto rychle rostoucích dřevin kulminuje přibližně v 70 letech věku. V našich podmínkách je proto vhodné, aby bylo obmýcí stanoveny maximálně do 90 let věku porostu, vyskytuje-li se jedle obrovská ve směsi s domácími dřevinami. Na druhou stranu, pokud bude směs tvořena pouze introdukovanými dřevinami, např. jedlí obrovskou a douglaskou tisolistou, mělo by se obmýcí snížit na 80 let (PONDĚLIČEK 2002). Možnosti přirozené obnovy nebyly dosud v našich podmínkách ve větší míře sledovány, protože většina porostů není dosud ve vhodném věku. Spontánně se ovšem zmlazení jedle obrovské objevuje ve všech plodících porostech.

### 3.5.14 Škodliví činitelé

#### 3.5.14.1 Abiotičtí činitelé

Na kůře jedle obrovské se běžně vyskytují mělké trhliny, které vypadají jako korní spála. Pokud se nacházejí na kůře ve velkém množství, může to znamenat, že jedle obrovská bude náchylnější na vniknutí patogenu do dřeva.

Obrana proti poraněním je rychlá, jelikož tato dřevina produkuje dostatek pryskyřice, aby ránu rychle zavalila. V období zimy je připravena i na mokrý a těžký sníh, kdy se její větve odlamují daleko od kmene a nezpůsobují na něm tak hluboká poranění, která by znehodnotila cenný sortiment. Jedle má vysokou výmladnost ze spících pupenů a dokáže rychle nahradit ztracené větve novými. Ve velkých mrazech se v Německu při  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  jevila jako odolná dřevina, ale může záležet na proveniencích, které do značné míry určují její odolnost vůči povětrnostním činitelům.

Je značně odolná i vůči bořivým větrům, protože struktura jejího kořenového systému s výrazným křivým kořenem umožňuje překonat velký nápor větru. V domácím (tedy americkém) prostředí se adaptovala na časté lesní požáry, které přežije bez velkých ztrát (PONDĚLÍČEK 2002).

#### 3.5.14.2 Biotičtí činitelé

V přirozeném areálu jedle obrovské se nachází asi 180 druhů převážně nespecializovaných škůdců, kteří škodí na různých částech dřeviny. Mezi její nejčastější defoliátory patří *Orgyia pseudotsugae* (McDunnough), dále z polyfágů *Choristoneura occidentalis* (Freeman) a sáním z jehlic nepatrně škodí *Dreyfusia piceae* (Ratz.). Své zastoupení má i podkorní hmyz, jako například *Scolytus ventralis* (Lee.). Na šiškách a semenech se škůdci vyskytují jen v malé míře (PONDĚLÍČEK 2002).

Jedle obrovská má rovněž svou specifickou škálu hmyzích škůdců. Vezme-li se v potaz, že jsou si jedle bělokora a jedle obrovská příbuzné a mají v lesních ekosystémech podobné postavení, nabízí se možnost, že cizokrajnou jedli obrovskou budou napadat i stejné druhy škůdců, které jsou zaznamenávány u naší domácí dřeviny. V Polsku bylo zjištěno poškození jedle obrovské mšicemi *Cinara curvipes* (Patch) a *Dreyfusia nordmanniana* (Eckst.). Na velkých plantážích často škodila bejlmorka *Paradiplosis abietis* (Hbn.) (NAKLÁDAL, TURČÁNI 2006). Příkladem může být dále napadení jedle obrovské lýkožroutem jedlovým (*Pityokteines curvidens* Germ.), které bylo zjištěno na trvalé výzkumné ploše Majzlovka na území Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy, kde se po dlouhodobém letním suchu v roce 2015 zvýšil stav podkorního hmyzu. Po napadení stromů jedle obrovské lýkožroutem byla výzkumná plocha Majzlovka z velké části vytěžena, čímž je přerušena návaznost na její předchozí hodnocení (FULÍN et al. 2013). Pro jehličnany je všeobecně závažným defoliátorem bekyně mniška (*Lymantria monacha* L.), která v období gradace decimuje i porosty jedle obrovské, což bylo pozorováno v Polsku. V USA byl proveden výzkum na prevenci proti zavlečeným druhům. Pokusy bekyni mnišku zařadily z hlediska rizikovitosti pro jedli obrovskou na sedmé místo. Za zmínku stojí také nebezpečí poškození obalečem jedlovým (*Choristoneura murinana* Hb.) (NAKLÁDAL, TURČÁNI 2006).

Napadání houbovými patogeny je častým jevem u všech lesních dřevin, který se nevyhne ani jedli obrovské. V našich podmínkách napadá tuto dřevinu václavka (*Armillaria mellea* (Vahl.) P. Kumm.), která totálně likviduje nejčastěji mladé porosty (obr. 4). Dalším častým patogenem bývá kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.), ale v podstatě škodí celý rod *Fomes*. Hniloba, která se vyskytuje

na kořenech a oddencích jedle obrovské převážně v Severní Americe, je způsobena houbami *Phellinus weirii* (Murr.) a *Odontia bicolor* (Alb. a Schw. ex Fr.). I jehlice jedle mohou být napadeny houbovými chorobami, působenými např. *Rehmiellopsis abies* (Rostr.) či *Phomopsis pseudotsugae* (Wilson). V našich lesních školkách se mnohokrát objevuje ohniskové odumírání sazenic, které je vyvoláno plísní šedou (*Botrytis cinerea* Pers.) (HOFMAN 1963).



Obr. 4. Napadení jedle václavkou obecnou (Zdroj: [www.fw.tum.de/EXT/LST/BOTA ...](http://www.fw.tum.de/EXT/LST/BOTA...), 17. 3. 2007)

V mnoha literárních zdrojích (např. UHLÍŘOVÁ et al. 2004) je pro rod *Abies* popsáno několik škůdců, kteří jej napadají nespecificky, to znamená, že mohou škodit i na jedli obrovské. Jde například o mšice *Dreyfusia merkeri* (Eichh.), mšice z čeledi Lachnidae, mšicovku jedlovou (*Mindarus abietinus* Koch.), molovku jedlovou (*Argyresthia fundella* F. R.), svilušku Jacobova (*Oligonychus ununguis* Jacobi), obaleče *Epinotia fraternana* (Hw.), *E. subsequana* (Hw.), obaleče smrkového (*Epinotia tedella* Cl.), obaleče rudohlavého (*Zeiraphera rufimitrana* H. S.), obaleče pupenového (*Spilonota ocellana* D. & S.) zvláště ve velkém množství spolu s obalečem jedlovým (*Choristoneura murinana* Hb.), dále o obaleče jehličnanového (*Archips oporana* L.), můru sosnokaze (*Panolis flammea* D. & S.), štítenky *Lepidosaphes newsteadi* (Sulc), *L. ulmi* (L.), kůrovce rodů *Hylurgops*, *Trypodendron*, *Cryphalus*, nosatce *Polydrusus pallidus* (Gyll.) nebo smoláka jedlového *Pissodes piceae* (Ilig.). Zatím nebyly tyto druhy na jedli obrovské zaznamenány, ale při zakládání velkoplošných porostů nebo ploch s jejím vyšším zastoupením lze jejich zvýšený výskyt pravděpodobně očekávat (NAKLÁDAL, TURČÁNI 2006).

Škody na jedli obrovské jsou působeny též škůdci z řad savců (*Mammalia*). Jde zejména o hlodavce, zvláště myši a hraboše, kteří ničí kořeny a kmínky sazenic. Druhým, a to zásadním, činitelem je pak zvěř, která spásá semenáčky a sazenice, protože jsou pro ni zajímavou potravou. Na větších stromcích pak páchá škody vytloukáním paroží nebo loupáním kůry. V neposlední řadě působí významné škody člověk, kdy poměrně časté jsou krádeže ozdobného klestu a celých jedinců jako vánočních stromků (HOFMAN 1963).

### 3.5.15 Charakter a využití dřeva

Dřevo jedle obrovské má mnoho variant barev od téměř bílé přes šedobílou, hnědošedou až po červenohnědou. Běl a jádro mají podobnou barvu, takže nejsou v suchém stavu rozpoznatelné, jen těsně po skácení stromu je tato hranice vymezena díky vlhčímu jádru. Přejít letokruhů mezi jarním a letním dřevem je zřetelně vidět. Dřevo jedle obrovské je lehké, dobře opracovatelné, lehce se štípe a dobře se i suší. Odolnost vůči houbám a hmyzu je střední. Při opracování a lepení nevznikají žádné velké problémy z důvodu chybějících pryskyřičných kanálků (VOS, KHARAZIPOUR 2010). Hustota dřeva v přirozeném areálu jedle obrovské je kolem  $370 \text{ kg.m}^{-3}$  (ALDEN 1997; GREEN et al. 1999). U nás je hustota dřeva tohoto druhu v průměru o něco vyšší, a to  $405 \text{ kg.m}^{-3}$  (LUKÁŠEK et al. 2012). *Abies grandis* má nízkou hustotu dřeva v důsledku rychlého růstu projevujícího se malým podílem pozdního dřeva a velkým tloušťkovým přírůstem (0,54 cm) usnadňujícím rozpoznatelnost letokruhů (HOFMAN 1963). Ve snaze docílit lepších výsledků je možné upravit pěstební zásahy ve prospěch kvality dřeva (HAPLA, WELLHAUSEN 2003). Nízká hustota dřeva a rovnoměrný průběh vláken jsou nicméně dobrým předpokladem pro snadné obrábění (MITZE 2010). Testy pevnosti v tahu a rázu u jedle obrovské prokázaly nižší odolnost než u našich dřevin. Naproti tomu pevnost v tlaku a ohybu předčila očekávání, kdy u tlaku byla shodná s našimi jehličnatými dřevinami a u ohybu vyšší (HOFMAN 1963). Velkým problémem je vysoký obsah vody ve dřevě, respektive v jádru, což snižuje hodnotu dřeva (COUTTS, RISHBETH 1977; HOF et al. 2008a; ZEIDLER et al. 2010, 2014).

Dřevo jedle obrovské se v její domovině využívá spíše na výrobu papíroviny a buničiny než na stavební řezivo (FOILES et al. 1991), a to jak cestou sulfátovou, tak sulfitovou. Výhodou jsou dlouhá dřevní vlákna, která mají průměrnou délku 3,2 mm (HOFMAN 1963) a umožňují větší pevnost papíru proti protržení (BRUNDEN 1964). Dalšími klady jsou nepřítomnost pryskyřice a světlá barva dřeva, které usnadňují lepší bělení papíroviny. Na papírovinu jsou zaměřeny zejména přímořské státy, naopak ve vnitrozemí jsou zpracovatelé orientováni na využívání dřeva pro lehké stavební

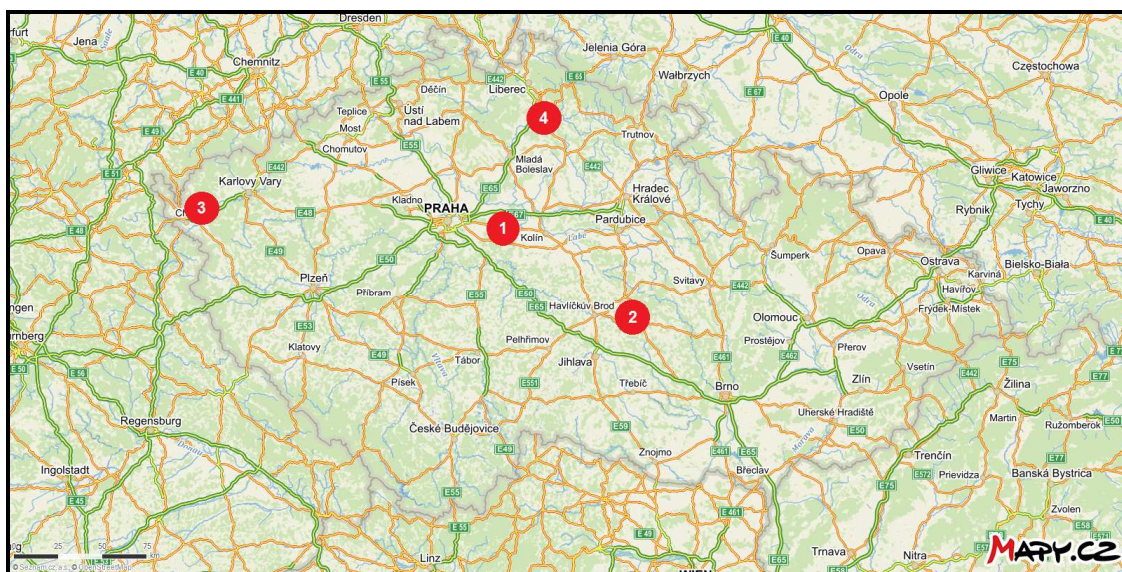
konstrukce. Je to hlavně z důvodu menšího výběru sortimentů, které jsou k dispozici. Samotné dřevo jedle obrovské může být využito pro výrobu dřevařských výrobků (VOS, KHARAZIPOUR 2010). Při ručním třídění řeziva je problém s podhodnocením jakosti dřeva vlivem širokých letokruhů, naproti tomu při manipulaci u strojního třídění řeziva je třeba dávat pozor na pravděpodobně zvýšený výskyt mechanického poškození výrobků (HOF et al. 2008b; MITZE 2010). Při třídění sortimentů je důležité dělení podle druhu dřeviny, neboť se jedle obrovská podobá anatomickou stavbou, barvou, ale i dalšími vlastnostmi smrku, a může tak docházet k záměně. Dřevo jedle obrovské má v celém průřezu stejnou barvu, což je při zpracování vítané, nemá však lesk, neobsahuje pryskyřici a nedosahuje takové kvality a trvanlivosti jako dřevo smrkové. Při obrábění dřeva jedle obrovská takzvaně „chlupatí“, tzn. že na řezu materiálu vystupují dřevní vlákna. Pro nízkou hustotu má velké uplatnění jako řezivo pro stavební účely nebo lehké nosné konstrukce, transportní obaly, šindele, sudy, obklady a přepravky na ovoce a zeleninu (HOFMAN 1963). V minulosti se využívalo i na výrobu zápalek, hraček nebo i na lodní stěžně.

Jedle obrovská má i mnoho dalších funkcí, např. rekreační a okrasnou, které plní hlavně ve městech a parcích (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2007). Pro krásný přirozený vzhled a vůni je její chvojí používáno jako ozdobný klest a celá nadzemní část jako vánoční stromek (WOLF 1998c; PAGAN 1999). Pro tento účel bylo založeno nejvíce plantáží v Idahu, ale i v Evropě, například v Dánsku. Ze stejného důvodu je pěstována i na ŠLP v Kostelci nad Černými lesy. Nejdůležitějším kritériem pro racionální využití dřeva jedle obrovské je dobrá a trvalá dostupnost materiálu v požadovaných rozměrech a kvalitě.

## 4. METODIKA

### 4.1 Charakteristika výzkumných ploch

Trvalé výzkumné plochy jsou založeny na třech lokalitách, kde se nachází potřebné množství jedinců jedle obrovské v početných skupinách a v dostatečně rozsáhlých porostech, které umožňují změřit a vyhodnotit produkci a vliv této dřeviny na přírodní složky a následně vytvořit určité závěry o jejím pěstování v našich přírodních podmínkách. Zájmová území, tj. Kostelec nad Černými lesy, Hrubá Skála a majetek Kinských u Žďaru nad Sázavou, byla vybrána i z hlediska délky trvání výzkumných aktivit. Konkrétní výběr lokalit umožnil navázat na předchozí výzkum, v případě hodnocení dlouhodobého provenienčního pokusu lokalitě Hrubá Skála u Turnova navíc ve spolupráci s pracovníky VÚLHM, v. v. i. Využita byla i možnost odběru vzorníků jedle obrovské z oblasti Sokolovska poblíž Kynšperku nad Ohří, kterou obhospodařují Lesy České republiky, s. p. Výzkumné plochy se nacházejí na území krajů Středočeského, Vysočina, Karlovarského a Libereckého (obr. 5), takže jsou na nich výrazně odlišné přírodní podmínky.



Obr. 5. Rozmístění výzkumných ploch po ČR, 1 – Kostelec nad Černými lesy, 2 – Žďar nad Sázavou, 3 – Kynšperk nad Ohří, 4 – Hrubá Skála (Zdroj: Mapy.cz)

Přírodní podmínky výzkumných ploch jsou charakterizovány v tabulce 5 spolu s výčtem vzorníků, které na nich byly odebrány.

Tab. 5. Charakteristika výzkumných ploch (Zdroj: LHP)

Lokalita	Označení plochy	Vzorník	Věk [rok]	PLO	LVS	Nadmořská výška [m n. m.]	SLT	Klima	
								Průměrná roční teplota [°C]	Průměrný roční úhrn srážky [mm]
Kostelec nad Černými lesy	K01	NV	35	10	3	340	3S	8	660
		01	37						
	K02	71	45		3	375	3O		
		02	47						
	K03	40	35		4	435	4P		
		03	37						
Žďár nad Sázavou	Z01	Z I.	20	16	6	575	6H	7	700
	Z02	Z II.	20			575	6H		
	Z03	Z III.	20			580	6K		
Kynšperk nad Ohří	KO01	K I.	45	2a	4	455	4O	7	600
		K II.							
Hrubá Skála	č.214	-	36	18	3	350	3H	8	700

#### 4.1.1 ŠLP Kostelec nad Černými lesy

##### 4.1.1.1 LHC Kostelci n. Č. I.

V minulosti, kdy majetek spravoval rod Liechtensteinů, se začaly objevovat v parcích a lesních porostech introdukované dřeviny. Šlechtický rod si tak zveleboval své nemovitosti výsadbou exotů, a to jak z hlediska estetického a prestižního, tak z hlediska produkce. Koncem 18. století bylo vydáno doporučení o využití 40 cizokrajných druhů dřevin, které by se mohly stát součástí lesního hospodářství. Nicméně až o 100 let později, v roce 1880, nastal výrazný rozvoj pěstování introdukovaných dřevin na tomto majetku. S jejich významnějším využíváním pro zvýšení produkce se zasloužil vrchní lesmistr Karel Adler, který měl snahu rozšiřovat vzácné druhy dřevin do lesního prostředí Černokostelecka. Poté zájem o introdukci dřevin do tohoto kraje na dlouhá léta poklesl. Změna nastala se založením Lesnické fakulty VŠZ v Praze a vznikem Školního lesního podniku Kostelec nad Černými lesy. V tomto období byla obnovena dlouholetá tradice výzkumu introdukce. Významným přínosem k tomu přispěli dendrologové prof. P. Svoboda a doc. J. Pokorný, kteří využili především osvědčené introdukované dřeviny. Díky tomu lze dnes v porostech nalézt cizokrajné dřeviny v různých věkových stupních (TAUCHMAN 2007).

Lesní hospodářský celek o rozloze porostní půdy 9 986 ha byl vytvořen dne 3. 9. 1960. V současnosti ŠLP hospodaří na 6 734 ha lesních pozemků. Většina LHC leží na území okresu Kolín, kde se projevuje velká zátěž daná rekreační funkcí,



především díky blízkosti Prahy. I když jsou lesní ekosystémy pod silným rekreačním náporům, území stále patří k oblastem s relativně vysokou ekologickou stabilitou (HART 2005).

#### 4.1.1.2 Geologické a geomorfologické poměry

Kostelec nad Černými lesy a jeho okolí spadá do kutnohorsko-svratecké geologické oblasti, která vystupuje v severním lemu moldanubika a je oddělena ze západu kouřimským zlomem. Na východě jsou její hranice vymezeny moravskoslezským zlomovým pásmem. Na severním rozhraní se středočeskou oblastí se nachází sedimentová vrstva, která je tvořena samostatnou skupinou podhořanského krystalinika.

V části kutnohorsko-svratecké oblasti se vyskytuje hlinité pásmo, které je zařazeno do středočeské oblasti. Nejčastějšími horninami oblasti jsou ruly, ortoruly, svory a slídy (MÍSAŘ et al. 1983).

Oblast Černokostelecka leží v rozmezí od 210 do 528 m n. m. Lesy nacházející se na tomto území rostou většinou ve výšce 300–450 m n. m. Krajina geomorfologicky představuje pahorkatinu s prudšími sklony u vodních toků (HART 2005).

Flóra je tvořena mezofyty s jednotvárným charakterem. Lokalita se nachází především v submontánním vegetačním stupni, který převažuje nad suprakolinním. Morfologie krajiny je z velké části plochá až svažité. Značné plochy zaujímají zemědělské pozemky, tedy pole a travní porosty, za nimiž následují lesy a vodní plochy (SKALICKÝ 1988).

#### 4.1.1.3 Klimatické poměry

V průměru v oblasti spadne od 600 do 650 mm srážek za rok (tab. 6). V současnosti se průměrná roční teplota pohybuje mezi 8–9 °C (okolí Českého Brodu) a mezi 7–8 °C (jižním okraji lesního hospodářského celku). Ve vyšších polohách, cca. 500 m n. m., v západní části LHC klesá průměrná roční teplota na 6–7 °C. Lokalita spadá do mírně teplé klimatické oblasti s mírnou vlhkostí vzduchu a mírnou zimní sezónou. Většina porostů roste v pahorkatinném terénu (od spojnice Kostelec Bečváry směrem na jih), který spadá do mírně teplé oblasti MT 7–11. Vegetační doba trvá 150–160 dnů, kdy průměrná teplota dosahuje 13–14 °C. Při pěstování porostů je nutno brát zřetel na převládající větry, které se v oblasti nejčastěji objevují od SZ (LHP 2011).

Lesní hospodářský celek je zařazen do přírodních lesních oblastí 10 – Středočeská pahorkatina (98,5 % majetku ŠLP) a 17 – Polabí (1,5 %). Jsou zde

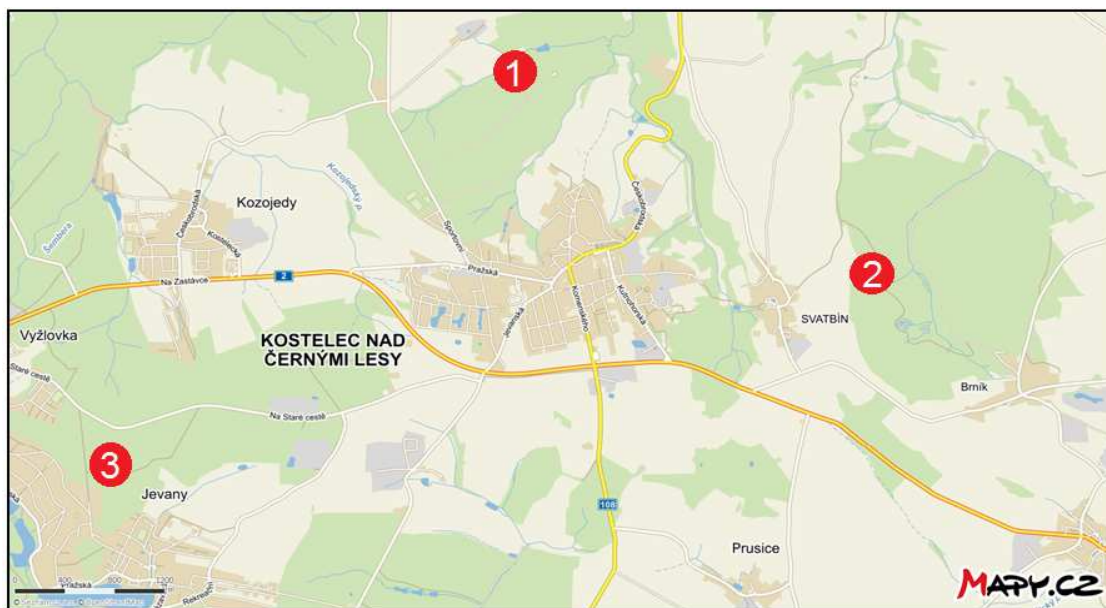
zastoupeny první čtyři lesní vegetační stupně a azonální stupeň borů. Největší podíl zaujímají LVS 3 – dubobukový (53,8 %), 4 – bukový (24 %) a 2 – bukodubový (21 %). Dřevinná skladba je tvořena především jehličnany, zvláště smrkem ztepilým (49,8 %) a borovicí lesní (18,2 %), značné je i zastoupení modřínu opadavého (4,4 %). Z listnatých stromů je nejčastější buk lesní (11,65 %), dalšími dřevinami jsou duby (8,86 %). Z pohledu lesnické typologie je na majetku ŠLP nejčastější ekologická řada kyselá s lesními typy 2K3 a 3K3, dále následují řada živná s lesními typy 3B1 a 3B2 a řada oglejená s lesními typy 4O1 a 4P1. Mezi zajímavé lokality na území hospodářského celku patří Voděradské bučiny, které spoluvytvářejí kostru ekologické stability krajiny. Oproti tomu jsou poměrně rozšířené méně stabilní smrčiny na oglejených stanovištích. Lesy se nacházejí v blízkosti velkých měst, která produkují emise, a proto se oblast z hlediska poškození imisemi řadí do pásma ohrožení D (HART 2005).

Tab. 6. Klimatická charakteristika území ŠLP Kostelec nad Černými lesy (Zdroj: záznamy z meteorologické stanice Kostelec nad Černými lesy – Truba, vlastní měření FLD)

Průměrná roční teplota	8,1 °C
Průměrná teplota nejchladnějšího měsíce (leden)	-1,9 °C
Průměrná teplota nejteplejšího měsíce (červenec)	17,8 °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	IV–IX
Nadmořská výška	210–528 m n. m.

#### 4.1.1.4 Popis výzkumných ploch na Černokostelecku

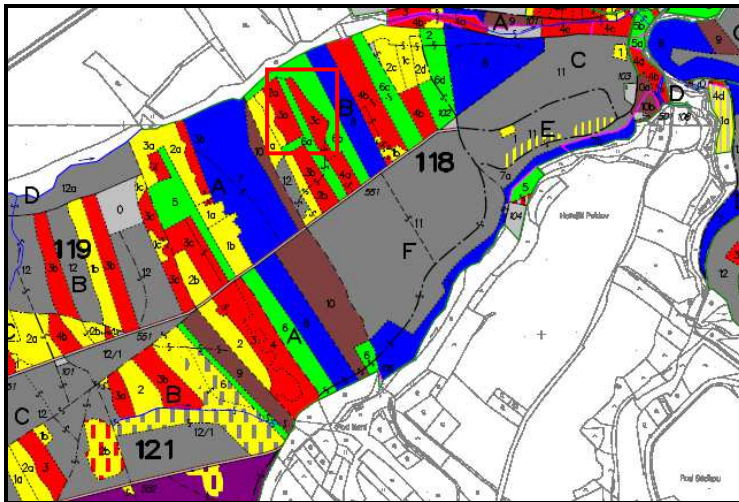
Na území Černokostelecka byly pro účely disertační práce vybrány tři výzkumné plochy (obr. 6), z nichž dvě byly založeny již dříve a zbývající specificky za tímto účelem. Hlavními kritérii pro výběr a založení výzkumných ploch byly nejvyšší dosažený věk porostu jedle obrovské na Školním lesním podniku, vyhovující velikost porostu pro založení TVP a zastoupení jedle obrovské v porostní skupině nejméně 20 %.



Obr. 6. Výzkumné plochy na Školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy; 1 – Amerika (K01), 2 – Svatbín (K02), 3 – Majzlovka (K03) (Zdroj: Mapy.cz)

Informace o jedlových porostech byly převzaty z lesní hospodářské knihy, zjištění přesných detailů bylo upřesněno terénní pochůzkou a měřením. Na plochách byly změřeny biometrické údaje a byla provedena klasifikace stromů podle Konšela (KONŠEL 1931). Sledování ploch zde má dlouhodobější charakter, kdy se dosavadní měření uskutečnila v letech 2010, 2012, 2013 a 2014.

**Výzkumná plocha K01 Točna, Amerika** (obr. 7–10). Porost 118 Ba 03c, ve kterém byla tato plocha založena, je umístěn severně od Kostelce nad Černými lesy směrem ke šlechtitelské stanici Truba (orientován na Přehvozdí). Věk porostu jedle obrovské byl v roce 2010 stanoven na 35 let. Zastoupení zájmové dřeviny v porostu je většinové (100 %). Výzkumná plocha zaujímá 0,07 ha. Stanoviště je orientováno na severní stranu. Relativní bonita dosahuje hodnoty 1, jelikož se porost nachází na souboru lesních typů 3S – svěží dubová bučina. Hospodářský soubor byl určen jako 441 a stanovuje obmýtí ve 100 letech s třicetiletou obnovní dobou.

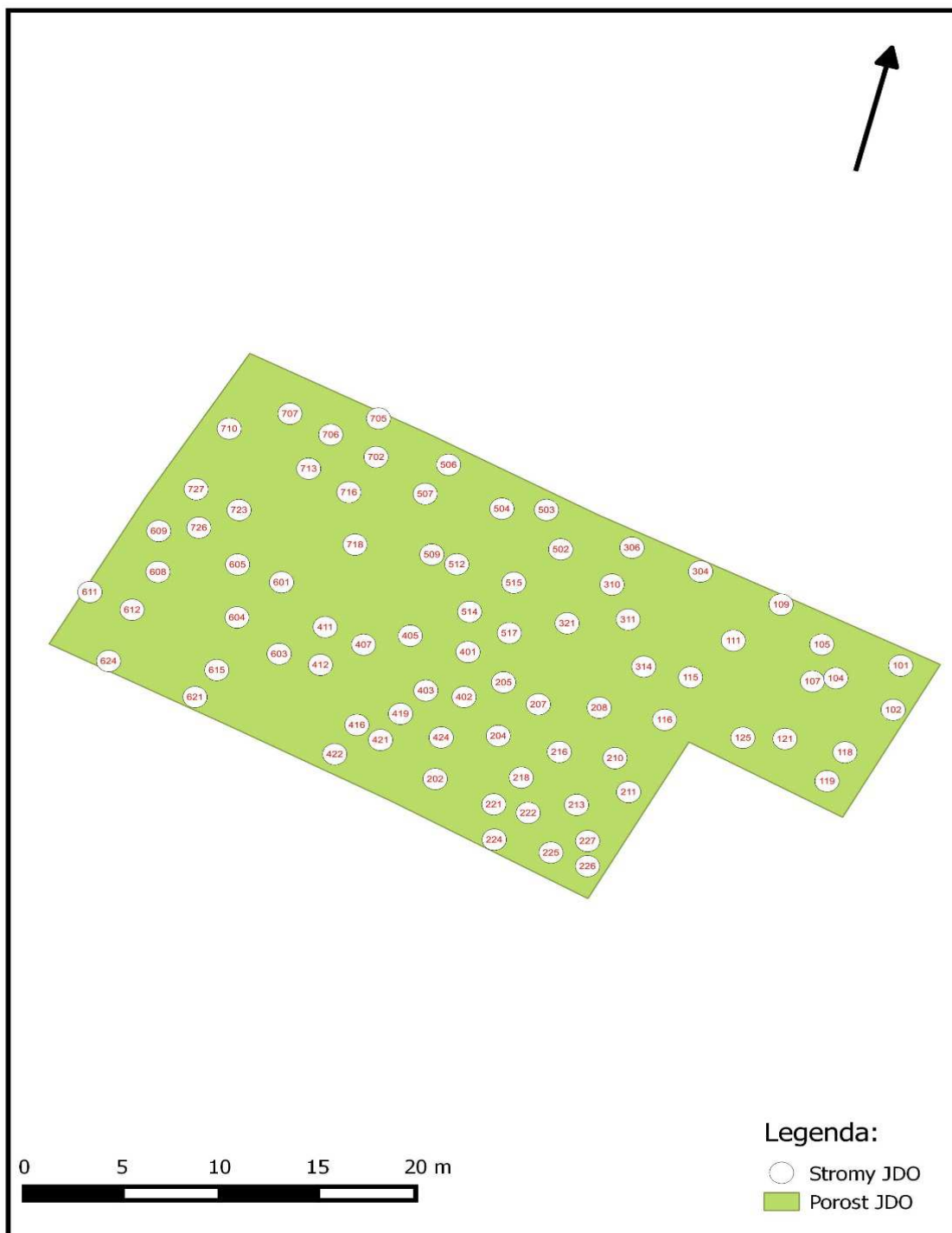


Obr. 7. Porostní mapa výzkumné plochy K01 Točna, Amerika



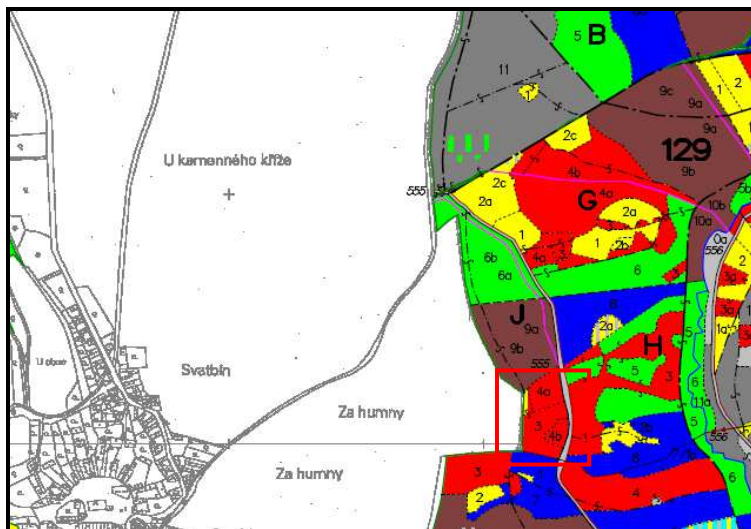
Obr. 8. Ortofoto výzkumné plochy K01 Točna, Amerika (Zdroj: Mapy.cz), šrafovaná část = jedle obrovská

Obr. 9 Okraj výzkumné plochy K01 Točna, Amerika (M. Fulín, 3. 10. 2015)



Obr. 10. Rozmístění stromů na výzkumné ploše K01 Točna, Amerika

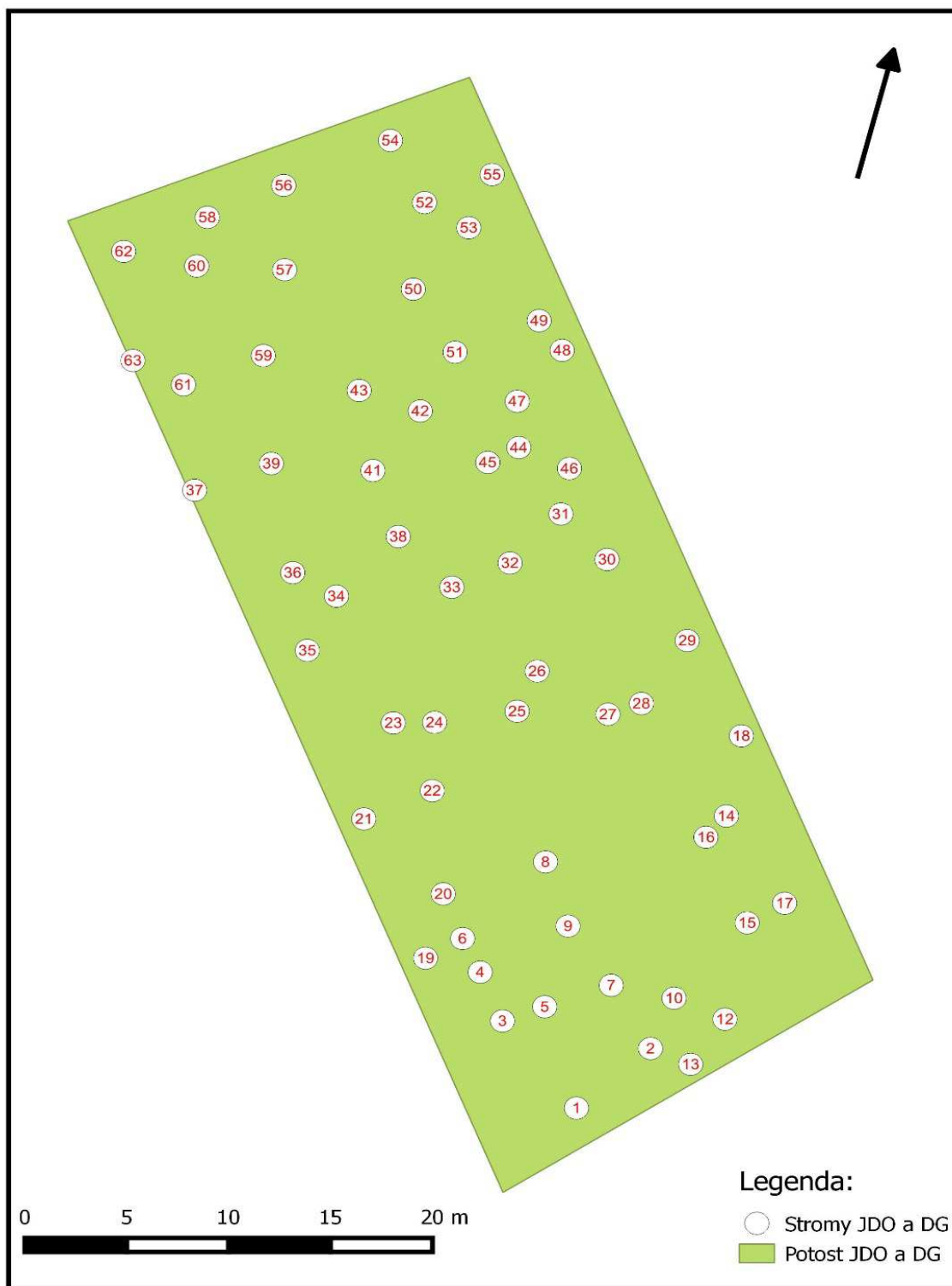
**Výzkumná plocha K02 Svatbín** (obr. 11–14). Porost 129 Jb 04a se vyskytuje nedaleko obce Svatbín, směrem na východ od Kostelce nad Černými lesy. Věk porostu v roce 2010 dosahoval 45 let. Zastoupení jedle obrovské je 80 %, zbytek doplňuje douglaska tisolistá. Výměra trvalé výzkumné plochy činí 0,1070 ha. Expozice je východní. Relativní bonita dosahuje stejné hodnoty 1 jako u předešlé plochy. Stanoviště představuje soubor lesních typů 3O – oglejená dubová bučina. Hospodářský soubor 461 ukládá obmýtí ve 110 letech s třicetiletou obnovní dobou.



Obr. 11. Porostní mapa výzkumné plochy K02 Svatbín



Obr. 12. Ortofoto výzkumné plochy K02 Svatbín (Zdroj: Mapy.cz), šrafovaná část = jedle obrovská  
 Obr. 13. Okraj výzkumné plochy K02 Svatbín (M. Fulín, 3. 10. 2015)



Obr. 14. Rozmístění stromů na výzkumné ploše K02 Svatbín

**Výzkumná plocha K03 Majzlovka** (obr. 15–18). Porost 409 Fa 03 je umístěn v blízkosti obce Jevany. Věk jedle obrovské v roce 2010 byl podle lesní hospodářské knihy určen na 35 let. Zastoupení jedle obrovské je zde 100 %. Výměra trvalé výzkumné plochy činí 0,0835 ha. Stanoviště je orientováno na jihovýchodní stranu. Relativní bonita má taktéž hodnotu 1. Výzkumná plocha se nachází na souboru lesních typů 4P – podmáčená bučina. Hospodářský soubor je 461 a předepisuje obmýtí ve 110 letech s třicetiletou obnovní dobou.



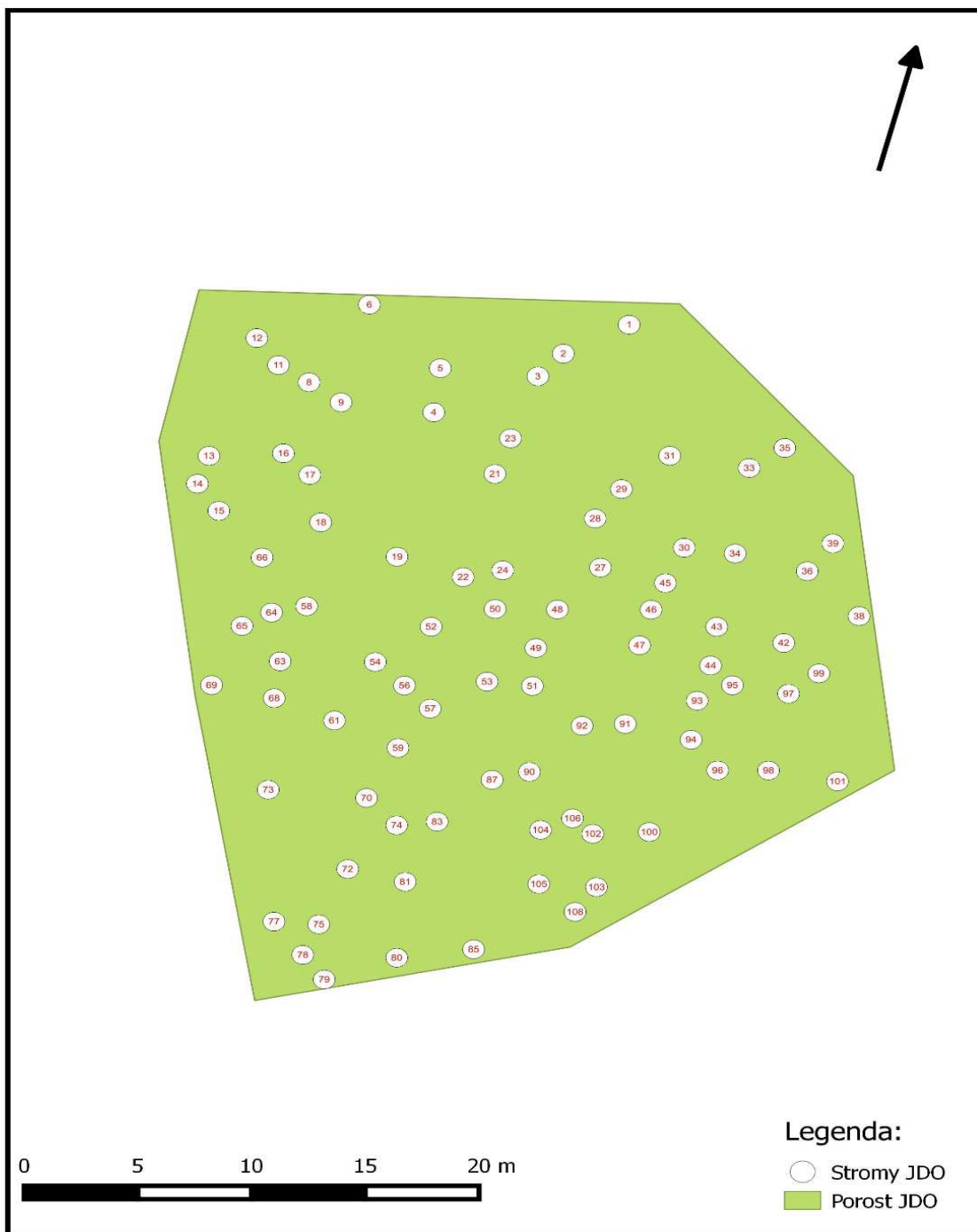
Obr. 15. Porostní mapa výzkumné plochy K03 Majzlovka



Obr. 16. Ortofoto výzkumné plochy K03 Majzlovka (Zdroj: Mapy.cz), šrafovaná část = jedle obrovská

Obr. 17. Okraj výzkumné plochy K03 Majzlovka (M. Fulín, 3. 10. 2015)





Obr. 18. Rozmístění stromů na výzkumné ploše K03 Majzlovka

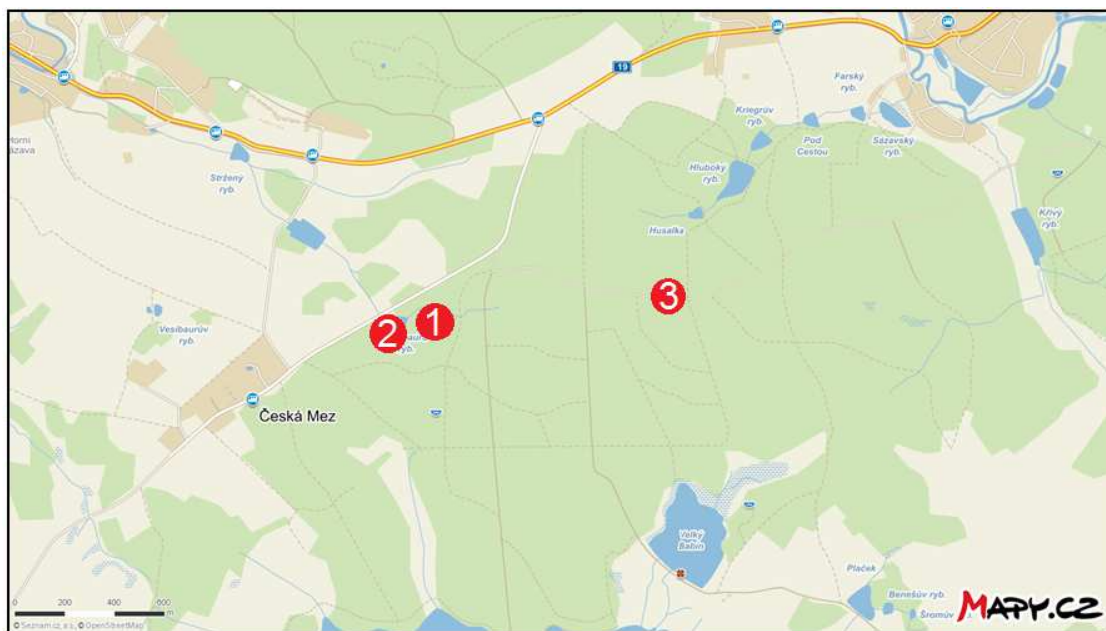
#### 4.1.2 Majetek Kinských u Žďáru nad Sázavou

Lesní majetek Kinských tvoří jeden velký lesní hospodářský celek o velikosti 5 775 ha. Jeho poloha je ve výškovém rozmezí od 505 m n. m. na toku řeky Sázavy až po 810 m n. m. na vrcholu Žákovy hory. Tento celek spadá pod přírodní lesní oblast 16 – Českomoravská vrchovina. Klimatické podmínky majetku Kinských se

nacházejí v chladné oblasti s krátkým, mírně chladným a vlhkým létem. Pro jarní a podzimní období je charakteristický dlouhý chladný přechod do další roční sezóny. Zima je většinou mírná a dlouhá, v průměru přibližně 100 dnů.

Lesní porosty mají druhové zastoupení, které většinou tvoří z 93 % jehličnaté dřeviny, a to především smrk ztepilý (83 %), borovice lesní (4 %), modřín opadavý (3 %) a jedle bělokorá (2 %). Listnaté dřeviny zde zaujímají pouze 7 % se zastoupením buku lesního (5 %), javoru (1 %) a olše (1 %). Majetek je zahrnut do chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy, ve které pramení čtyři významné řeky – Svratka, Oslava, Sázava a Doubrava (Kinský, Ždár, a.s. 2014).

Na lesním majetku Kinských byly v roce 2013 změřeny tři výzkumné plochy (obr. 19), na kterých se nacházela jedle obrovská ve věku 20 let. Stanovištní podmínky jedlových ploch byly určeny z hospodářské knihy, která byla poskytnuta od majitele lesa. Výzkumné plochy jedle obrovské se vyskytují na půdním typu kambizem v 6. lesním vegetačním stupni, kde převládají např. soubory lesních typů 6K a 6H – kyselá smrková bučina a hlinitá smrková bučina. Porosty jedle obrovské tvoří malé skupinky s vtroušeným bukem lesním. Vzhledem k tomu, že kotlíky nemají charakter samostatných porostních skupin, byly v těchto případech vymezeny kruhové zkusné plochy o velikosti 100 m<sup>2</sup> (plošné omezení vyplývá z velikosti kotlíků jedle obrovské).



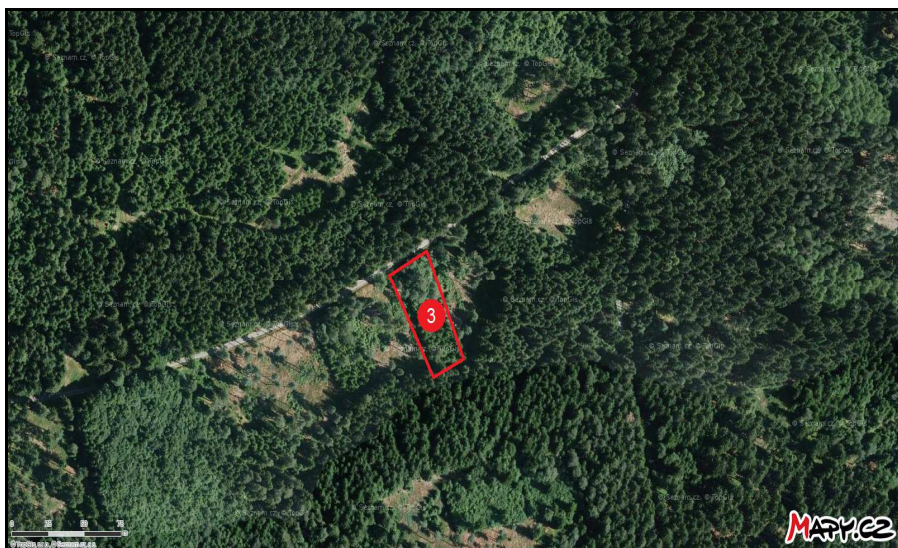
Obr. 19.. Výzkumné plochy na majetku Kinských u Žďáru nad Sázavou; 1 – porost 158 B 2d (Z01), 2 – porost 158 D 2b (Z02), 3 – porost 156 C 14/2a (Z03) (Zdroj: Mapy.cz)

Označení porostů, ve kterých bylo provedeno šetření, je podle hospodářské knihy 158 B 2d (Z01), 158 D 2b (Z02) a 156 C 14/2a (Z03) (obr. 20–24). V porostu

s označením 158 B 2d (Z01), který je vsazen doprostřed rozcestí s trojúhelníkovým tvarem, se projevuje okrajový efekt díky mezeře vytvořené lesní cestou. Výzkumná plocha v porostu 156 C 14/2a (Z03) byla vybrána z důvodu znalosti historie plochy, protože byla dříve zkoumána z hlediska použití hnojiv Silvamix.



Obr. 20. Ortofoto výzkumných ploch Z01 (1) a Z02 (2) (Zdroj: Mapy.cz)



Obr. 21. Ortofoto výzkumné plochy Z03 (3) (Zdroj: Mapy.cz)



Obr. 22. Okraj výzkumné plochy Z01 (P. Novotný, 25. 8. 2016)



Obr. 23. Okraj výzkumné plochy Z02 (P. Novotný, 25. 8. 2016)



Obr. 24. Okraj výzkumné plochy Z03 (P. Novotný, 25. 8. 2016)

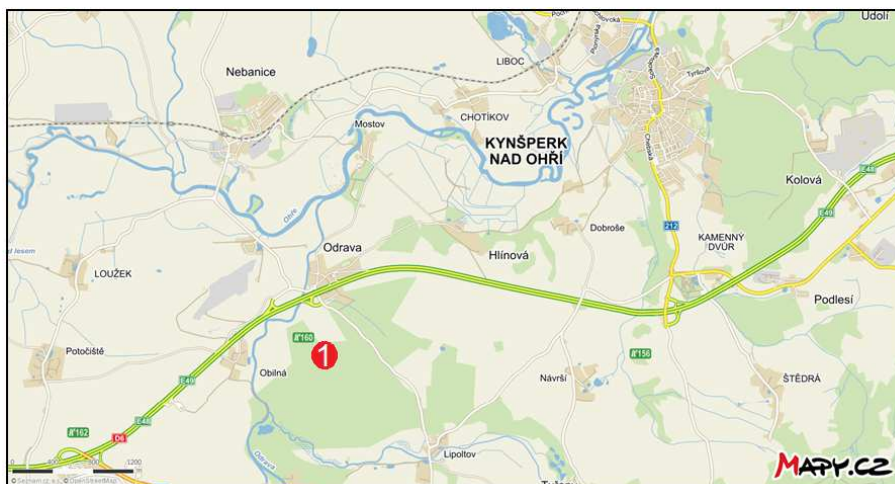
### 4.1.3 Kynšperk nad Ohří

Lesy nedaleko obce Odrava spadají pod revír Kynšperk, který je součástí lesního hospodářského celku Kraslice. Tato správa je součástí státního podniku Lesy České republiky. Správa Kraslice hospodaří na přibližně 19 400 ha lesní půdy s rozmanitými přírodními podmínkami od Krušných hor až po Sokolovskou a Chebskou pánev. Převýšení mezi nejnižším bodem (ústí řeky Svatavy do Ohře 420 m n. m.) a nejvyšším bodem (Špičák, 993 m n. m.) lesního hospodářského celku činí 573 m. Lesní správa je jako významnou vodohospodářskou oblastí, ve které se nachází přehradní nádrž Jesenice, která byla vybudována za účelem protipovodňové zábrany koryta řeky Ohře.

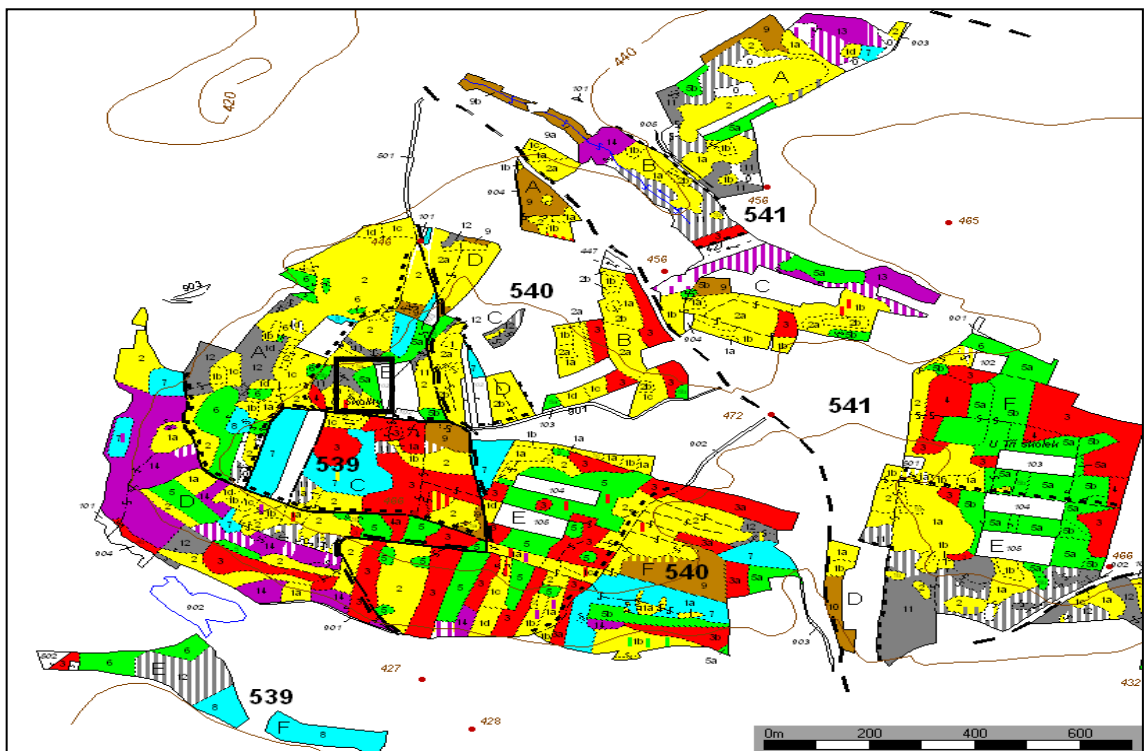
Průměrná roční teplota činí 4–7 °C. Průměrný roční úhrn srážek v nejnižší části území správy se pohybuje okolo 600 mm, na hřebenech hor dosahuje až 900 mm. Vegetační doba trvá zhruba 120–140 dnů. Z hlediska geologické skladby se zde nejčastěji vyskytují žula, fylit a svor.

Ráz krajiny byl kvůli těžbě uhlí pozměněn, proto i skladba lesních dřevin neodráží přirozené zastoupení. Největší podíl dnes tvoří jehličnany, z nichž 76 % představuje smrk, 12 % borovice a 2 % modřín. U listnatých dřevin je nejvíce zastoupena bříza s 6 %, dále pak olše se 2 %, po 1 % jsou zastoupeny dub, buk a ostatní listnáče.

V porostu 539 B 05a (obr. 25–27) v revíru Kynšperk na katastrálním území Odrava byly odebrány 2 vzorníky ve věku 45 let. Porost má rozlohu 0,63 ha s 60% zastoupením smrku a 40% zastoupením jedle obrovské. Podle hospodářské knihy jsou stanoveny obmýtlí na 110 let a obnovní doba na 40 let. Soubor lesních typů je označen jako 40 – svěží dubová jedlina, kde dosahuje jedle obrovská zajímavých rozměrů.



Obr. 25. Výzkumná plocha KO01 Kynšperk nad Ohří (1), porost 539 B 05a (Zdroj: Mapy.cz)



Obr. 26. Porostní mapa výzkumné plochy KO01 Kynšperk nad Ohří

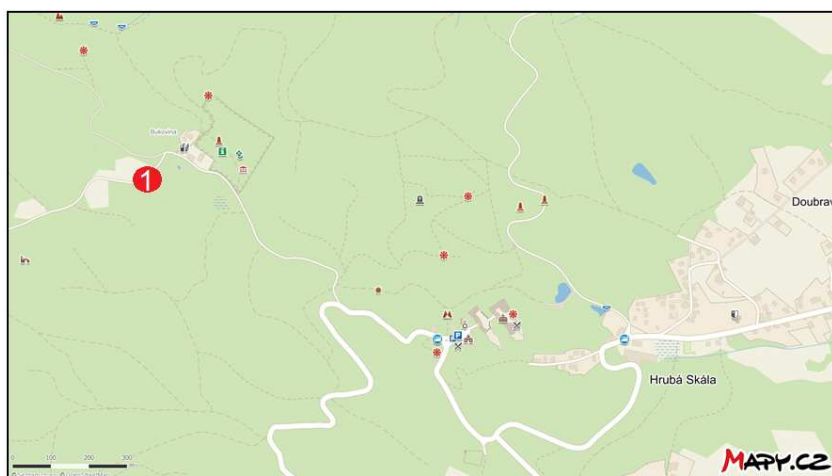


Obr. 27. Ortofoto výzkumné plochy KO01 Kynšperk nad Ohří (Zdroj: Mapy.cz)

#### 4.1.4 Provenienční plocha č. 214 – Hrubá Skála

Česká republika (VÚLHM) obdržela v roce 1977 od International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) osivo 32 proveniencí, z toho 8 z geografické oblasti Ia, 4 z oblasti Ib, 6 z oblasti II, 9 z oblasti III a 5 z oblasti IV. Kromě dvou IUFRO ploch na lokalitách Drahenice a Habr byly v letech 1980–1982 ze zbylého materiálu některých proveniencí založeny i další akcesorické plochy (lokality Hrubá Skála, Ztracenka a Trhové Sviny). Výjimku tvoří plocha ve Strnadech založená řadovou výsadbou vždy 30 sazenic od všech 32 obdržných proveniencí.

Provenienční plocha č. 214 – Hrubá Skála (obr. 28–30) (WGS84: N 50°32'53'', E 15°10'53'') byla založena v roce 1980 na území přírodní lesní oblasti 18 – Severočeská pískovcová plošina v 350–360 m n. m. Organizačně spadá pod LS LČR Hořice, revír Hrubá Skála (porost 116 A3a). Pro výsadbu byla využita část bývalé louky uprostřed lesního komplexu. Průměrná roční teplota činí 7.8 °C, průměrné roční srážky 703 mm. Expozice je severozápadní, sklon je 5 %. Plocha je založena na platformních sedimentech české křídové pánve v jizerské litofaciální oblasti (svrchní křída, stupeň coniak–svrchní turon, teplické souvrství). Podložími horninami jsou kvádrové křemenné pískovce (TÍMA et al. 2001). Hydrogeologicky jde o průlinovo-puklinový kolektor se střední až vysokou transmisivitou  $T = 7,2 \cdot 10^{-5}$  až  $1,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  (ZÍCHA, JANUŠKOVÁ 2001). Lesním typem je 3H1 (hlinitá dubová bučina štavelová s ostřicí chlupatou na hnědozemi na mírných svazích a svahových bázích). Fytocenologické zařazení může svědčit o lokálním převátí pískovců spraší či sprašovou hlínou, které při malé mocnosti překryvu nelze v profilu spolehlivě rozlišit.



Obr. 28. Výzkumná plocha č. 214 – Hrubá Skála (HS01) (Zdroj: Mapy.cz)



Obr. 29. Ortofoto výzkumné provenienční plochy č. 214 – Hrubá Skála (HS01)



Obr. 30. Okraj výzkumné provenienční plochy č. 214 – Hrubá Skála (HS01) (M. Fulín, 22. 11. 2015)

Plocha má tvar nepravidelného lichoběžníku o velikosti 0,84 ha. V systému znáhodněného kompletního blokového uspořádání je na ní ověřováno 9 proveniencí dodaných IUFRO, ke kterým bylo pro srovnání doplněno ještě po jednom vzorku obchodního osiva jedle obrovské, smrku ztepilého, jedle bělokoré a douglasky tisolisté (tab. 7, obr. 31). Počet opakování bloků je 3. Velikost dílců je 18×12 m, spon 2×2 m. V každém dílci bylo původně vysazeno 54 jedinců (6 řad po 9 sazenicích). Sazenice jedle obrovské byly 3leté obalované (sáčky o objemu 4 l), sazenice srovnávacích dřevin byly prostokořenné. Od každé provenience bylo vysazeno 162 sazenic, tj. celkem 2106 sazenic. Do roku 2003 byly odstraňovány jen stromy odumřelé a vyvrácené. První výchovný zásah z roku 2003 lze charakterizovat jako negativní probírkový s cílem dosažení zdravé, plnohodnotné koruny. Druhý zásah zaměřený na zajištění stability porostu, zlepšení štíhlostního kvocientu a dosažení rovnoměrného rozmístění stromů byl realizován v roce 2014 po změření plochy (celkem vytěženo 43,46 m<sup>3</sup>, z toho jedle obrovská 26,99 m<sup>3</sup>, douglaska 9,43 m<sup>3</sup> a smrk 7,04 m<sup>3</sup>).



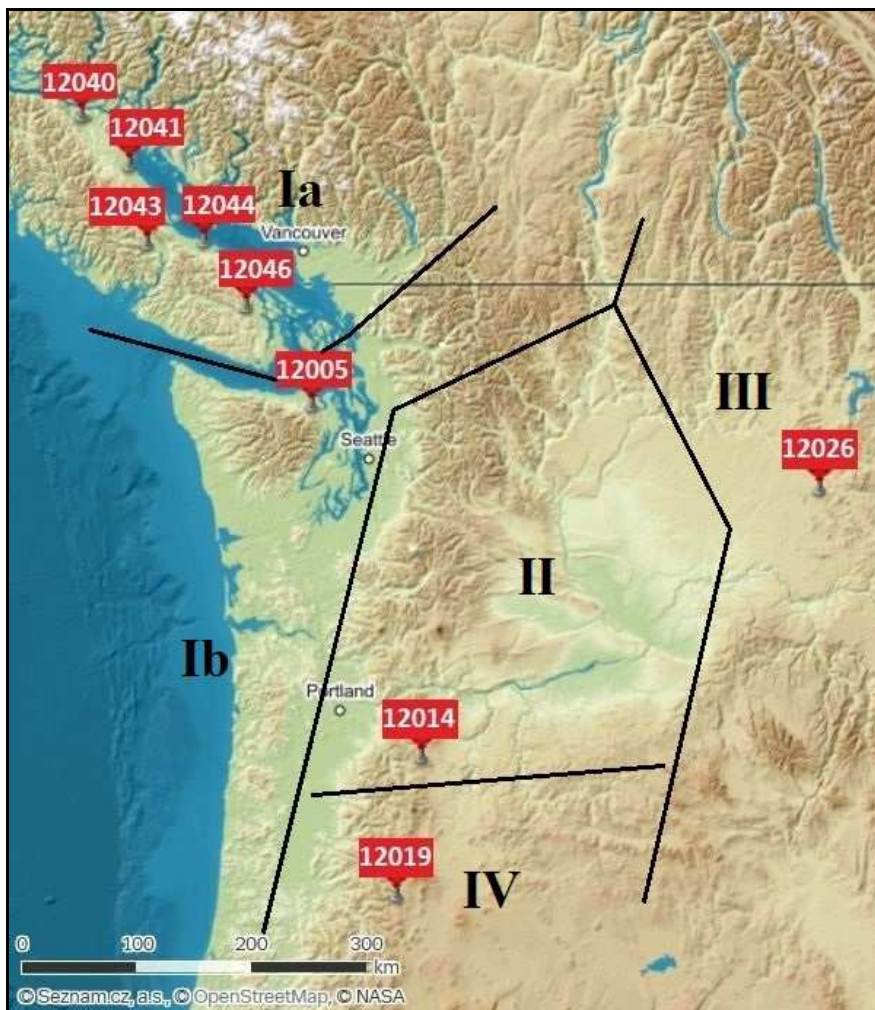
Tab. 7. Charakteristika zkoumaných proveniencí

Provenience	Zóny			Souřadnice		Nadmořská výška (m n. m.)
	geografické*	semenářské (bávalé)	semenářské (aktuální)	N	W	
<b>Vancouver</b>	<b>Ia</b>					
12040 Salmon River		1020	Maritime	50,3	125,8	50
12041 Oyster Bay		1020	Maritime	49,9	125,2	5
12043 Sproat Lake		1020	Maritime	49,3	125,0	35
12044 Kay Road		1020	Maritime	49,3	124,3	50
12046 Mount Prevost		1020	Maritime	48,8	123,8	75
<b>Washington – pobřeží</b>	<b>Ib</b>					
12005 Bear Mountain		221	3 – Puget Sound	48,0	123,0	825
<b>Oregon – Kaskády</b>	<b>III</b>					
12014 Beaver Creek		671	8	45,1	121,7	1040
12019 Roaring River		472	9	43,9	122,0	1310
<b>Idaho, Montana</b>	<b>IV</b>					
12026 Plummer Hill		-	North	47,3	116,9	850
<b>Obchodní osivo (jedle obrovská)</b>	<b>II</b>					
93 Washington – Kaskády		403	3 – Puget Sound	-	-	-
<b>Obchodní osivo (jiné dřeviny)</b>	<b>-</b>					
91 Potštejn – CZ ( <i>Abies alba</i> )	26 – Předhoří Orlických hor			50,1	16,3 E	-
92 Michalová – SK ( <i>Picea abies</i> )	38B – Veporské vrchy sever		-	48,8	19,8 E	-
94 British Columbia ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> )	-	-	-	-	-	-

\* Podle FLETCHERA (1986)

Prezentované měření plochy bylo uskutečněno na podzim 2013 ve věku 36 let. U všech stromů byly měřeny výšky a výčetní tloušťky, vizuálně byl posuzován zdravotní stav podle stupnice: 1 = výborný, 2 = dobrý (nižší vitalita, bez známek poškození), 3 = chřadnoucí či se známkami poškození (vitalita výrazně snižená). Na základě objemových rovnic pro jedli bělokorou a smrk ztepilý (PETRÁŠ, PAJTIK 1991) a douglasku tisolistou (BERGEL 1971) byl vypočten objem hroubí s kůrou, z objemové rovnice pro jedli obrovskou (NAGEL 1988 ex RAU et al. 2008) pak objem kmene. Z objemových tabulek (CHRISTIE, LEWIS 1961) pro jedli obrovskou zkonstruovaných pro území Velké Británie (Anglie, Skotsko, Wales) byl dále odečten objem kmene. S využitím údaje o počtu rostoucích stromů byly vypočteny hektarové zásoby.

Pro výšky, výčetní tloušťky a objemy proveniencí byly vypočteny mediány. Významnost rozdílů mezi proveniencemi byla ve všech případech vzhledem k nenormalitě dat posuzována pomocí jednostupňové analýzy rozptylu.



Obr. 31. Přirozený areál zkoumaných populací jedle obrovské, geografické oblasti podle FLETCHERA (1986) oblasti jsou označeny římskými čísly (zdroj pozadí: Mapy.cz)

## 4.2 Metodické postupy

### 4.2.1 Měření dendrometrických údajů

Na všech zkoumaných plochách byla u každého jedince změřena výčetní tloušťka ( $d_{1,3}$ ). Byly používány jak průměrka, tak obvodové pásmo, které má na jedné straně stupnici klasické délky a na druhé stupnici, na níž je délka převedena na hodnoty kruhového průměru. Na výzkumných plochách byly také u všech jedinců stanoveny jejich výšky. Pro měření výšek byl použit výškoměr VERTEX III, který měří s přesností 0,1 m.

#### 4.2.2 Klasifikace stromů

Na výzkumných plochách byla provedena klasifikace stromů, které byly zařazeny do stromových tříd podle stupnic dvou autorů (KRAFT 1884, KONŠEL 1931). Obě klasifikace třídí stromy podle výškové diferenciaci. Obě mají podobné členění, neboť Konšelova klasifikace vznikla úpravou původní Kraftovy klasifikace. Hlavním rozlišovacím znakem je výškové postavení stromů v porostu a jejich vzájemná konkurence.

KRAFT (1884):

1. stromy nadúrovňové či předrůstavé,
2. stromy úrovňové,
3. stromy z části úrovňové,
4. stromy podúrovňové,
  - a) vrůstavé,
  - b) částečně zastíněné,
5. stromy potlačené,
  - a) životaschopné,
  - b) odumírající a odumřelé.

KONŠEL (1931):

1. stromy nadúrovňové či předrůstavé,
2. stromy úrovňové hlavní,
  - a) s dobře vyvinutou korunou,
  - b) s nedostatečně, často jednostranně vyvinutou korunou,
3. stromy vrůstavé či ustupující,
4. stromy růstově zaostalé nebo zastíněné,
5. stromy hynoucí a uhynulé.

#### 4.2.3 Přírůstová analýza vzorníků

Pro určení dynamiky růstu jedle obrovské ve zkoumaných porostech bylo třeba pokácet vzorníky, u kterých se z odebraných kotoučů modelovala analýza přírůstů. Pokácení vzorníků se uskutečnilo celkem na třech majetcích. V lesích spadajících pod ŠLP Kostelec nad Černými lesy byly ve třech porostech pokáceny vždy dva vzorníky. Na majetku Kinských u Ždaru nad Sázavou se odebíral vždy jeden vzorník z každého porostu, tj. dohromady 3 ks. Na poslední lokalitě u Kynšperka nad Ohří byly v porostu, na kterém hospodaří LČR, s. p., pokáceny celkem dva vzorníky. Dohromady bylo tedy vyhodnoceno 11 vzorníků jedle obrovské ve věku 20 až 47 let (tab.5).

Pro stanovení vzorníku byl nejprve nalezen střední kmen, který byl stanoven podle Weisseho procenta. Tato metoda slouží pro rychlé určení reprezentativního stromu v porostu. Nejprve jsou zařazeny jednotlivé stromy do tloušťkových intervalů po 4 cm. K vzestupně řazeným tloušťkovým intervalům se přiřadí četnosti jim příslušných stromů. Analýzou těchto četností se zjistí souměrnost jejich rozložení takto:

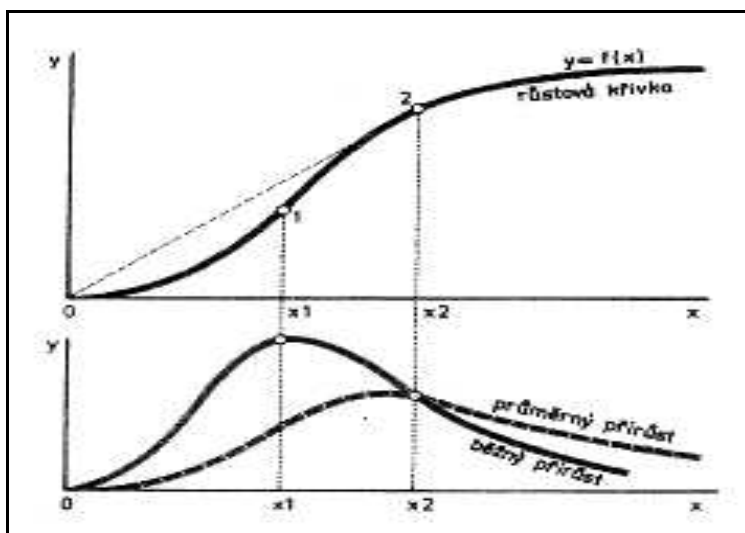
1. převaha tenkých stromů = levostranné rozdělení (Weisseho % = 0,57),
2. zastoupení tlustých i tenkých stromů (Weisseho % = 0,61),
3. převaha tlustých stromů = pravostranné rozdělení (Weisseho % = 0,66).

Stanovené Weisseho procento se vynásobí celkovým počtem stromů. Vypočtená hodnota určuje pořadí kumulativně vzestupně řazených stromů, výsledný strom se nachází v určitém tloušťkovém intervalu. Protože je šířka intervalu 4 cm, je třeba střední tloušťku interpolovat. V porostu je poté vyhledán strom s danou tloušťkou, tj. vzorník (ŠMELKO 2000).

Snahou bylo vybrat reprezentativní vzorníky, nejlépe úrovňové stromy. Před pokácením vzorníku byla na kmeni vyznačena světová strana, obvykle sever, pro případné vyloučení vlivu zeměpisné orientace na tloušťkový růst. Po odvětvení vzorníku byly odříznuty vyznačené kotouče, které byly odebrány v jednotlivých sekcích v pravidelné vzdálenosti od 1/10 až po 10/10 výšky. Zároveň byly odebrány kotouče i ve výšce 1,3 m a z báze kmene. Celkem bylo tedy z jednoho vzorníku odebráno 12 kotoučů. Ty jsou vyhlazeny a následně naskenovány v rozlišení 600 dpi, s vyznačenými světovými stranami. Poté je pomocí programu Letokruhy v. 2.3 (ZAHRADNÍK 2005), který byl zkonstruován katedrou hospodářské úpravy lesů FLD ČZU v Praze, na odebraných vzorcích určen tloušťkový přírůst s přesností 0,06 mm. Měření přírůstů probíhá od středu k okraji kotouče ve čtyřech základních světových stranách. Získané hodnoty v jednotlivých směrech jsou dále zprůměrovány a určují tak průměrné šířky letokruhů.

Z naměřených dat každého vzorníku se vytvoření celková rekonstrukce tloušťkového přírůstu, přírůstu kruhové základny a objemového přírůstu (obr. 32). Získané hodnoty jsou následně vyrovnány podle Korfovy tříparametrické růstové funkce (1), viz KORF et al. (1972).

$$y = A.e^{\frac{k}{(1-n).t^{n-1}}} \quad (1)$$



Obr. 32. Vztah růstové křivky a přírůstových křivek (ŠTIPL 2000)

Výsledky přírůstových analýz vzorníků byly již částečně publikovány (FULÍN et al. 2013; FULÍN, REMEŠ 2015).

#### 4.2.4 Pedochemické analýzy

Vzorky pro analýzu půd byly odebrány v roce 2012 na dvou lokalitách Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy. Na lokalitě K01 Točna, Amerika se odběr uskutečnil z porostu jedle obrovské a smrku ztepilého a na lokalitě K03 Majzlovka byly vybrány porosty jedle obrovské, smrku ztepilého a buku lesního, které byly blízko u sebe. V následujícím roce byl odběr proveden na provenienční ploše č. 214 Hrubá Skála, kde se vzorky půd odebíraly z pokusných parcel jedle obrovské, douglasky tisolisté, smrku ztepilého a z vedlejšího travního porostu (louky) (tab. 8). Půdní vzorky z louky měly reprezentovat původní stav půd před zalesněním.

Tab. 8. Informace o plochách pro odběr vzorků půd

Lokalita	Označení plochy	Dřevina	Doba odběru [rok]	Věk dřeviny [rok]	SLT
Kostelec nad Černými lesy	K01	JDO	2012	37	3S
		SM	2012	37	3S
	K03	JDO	2012	37	4P
		SM	2012	37	4P
		BK	2012	37	4P
Hrubá Skála	č.214 (HS01)	JDO	2013	36	3H
		SM	2013	36	3H
		DG	2013	36	3H
		Louka	2013	36	3H

V určených porostech byly vyhodnocovány morfologické profily humusových forem a byly provedeny odběry vzorků ke stanovení základních pedochemických vlastností. Holorganické horizonty L, F, H (opad, drť, měl), organominerální humusový horizont Ah a minerální horizonty (diferenciace podle GREENA et al. 1993) jsou kvantitativně odebírány pomocí sondýrky o vnitřním průměru 67 mm (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2009).

Vzorky horizontů nadložního humusu byly opakovaně odebírány ve všech určených porostních skupinách v období začínajícího vegetačního klidu v počtu minimálně čtyř opakování. Analýzy byly vyhodnoceny v akreditované laboratoři Tomáš v Opočně podle každoročně standardizovaných metod. Byly určeny:

- kvantita sušiny horizontů nadložního humusu (holorganické vrstvy) při standartizované teplotě 105 °C,
- obsah celkových živin v holorganických horizontech po mineralizaci kyselinou sírovou a selenem, množství živin bylo přepočítáno na plochu 1 ha,
- hodnota aktivního a výměnného pH určená ve výluhu H<sub>2</sub>O a KCl,
- charakteristiky půdního sorpčního komplexu podle Kappena (S – obsah bází, H – hydrolytická acidita, T – kationtová výměnná kapacita, V – nasycení sorpčního komplexu bázemi),
- obsah celkového uhlíku (humusu) podle metody Springel-Klee a celkového dusíku podle Kjeldahla,
- obsah přístupných živin metodou Mehlich III,
- Výměnná titrační acidita a její složky, obsah výměnného H<sup>+</sup>a Al<sup>3+</sup>.

Po vyhodnocení pedochemické analýzy bylo provedeno statistické porovnání jednotlivých horizontů stejného charakteru pomocí analýzy rozptylu (ANOVA).

#### **4.2.5 Zpracování měřených výsledků**

##### **4.2.5.1 Zpracování výsledků z výzkumných ploch**

Pro jednoduché výpočty a zobrazení údajů v grafech je využíván program Excel od firmy Microsoft, pro statistické řešení a modelování růstové křivky program Statistica 12 od firmy Statsoft.

Výčetní kruhová základna plochy (2) je počítána jako suma všech kruhových základen dřevin ve vymezené ploše. Pro výpočet kruhové základny každého jedince je nutné nejprve určit výčetní tloušťku, která se dosadí do vzorce. Průměrná kruhová základna pro každou dřevinu je podíl kruhové základny plochy a celkového počtu stromů. (ŠTIPL 2000).

$$G_{1,3} = \left( \frac{\pi d_{1,3}^2}{4} \right) + g_n \quad (2)$$

Střední výška porostu se odvodí z výškového grafikonu vytvořeného z výšek a tloušťek dané dřeviny a vynesené střední tloušťky porostu (ŠMELKO 2000).

Zásoba porostu je suma objemů jednotlivých stromů zjištěných pomocí objemové rovnice pro jedli obrovskou (NAGEL 1988 ex Rau et al. 2008). Byly také využity objemové rovnice domácích dřevin (PETRÁŠ, PAJTIK 1991), britské výnosové tabulky (CHRISTIE et LEWIS 1961) i rovnice pro douglasku tisolistou (BERGEL 1971).

Zakmenění (3) odráží využití nadzemního prostoru stromy ve stejné etáži (vrstvě). Lze ho vyjádřit jako podíl redukované plochy dřeviny a skutečné plochy dřeviny, nebo též podílem skutečné výčetní kruhové základny na 1 ha s tabulkovou kruhovou základnou (ŠMELKO 2000).

$$\rho_G = \frac{G_{SK}(ha)}{G_T} \quad (3)$$

Zastoupení (4) je procentické vyjádření redukované plochy dřeviny na redukované ploše celého porostu. Redukovanou plochou je suma všech redukováných ploch dřevin (ŠTIPL 2000).

$$zast.(dř) = \frac{P_{red,dř}}{P_{red}} \quad (4)$$

#### 4.2.5.2 Zpracování výsledků analýz jednotlivých vzorníků

Pro zpracování vzorníků byly využity pravé a nepravé tvarové řady, pro jejichž výpočet slouží vstupní údaje tloušťky v jednotlivých pravidelných úsecích kmene (ŠMELKO 2000).

Pravá tvarová řada (5) udává poměr tloušťky kmene ve stejných relativních intervalech, např. 1/10, 2/10, ..., 10/10, k tloušťce v 1/10.

$$k_{0,j} = \frac{d_{0,j}}{d_{0,1}} \cdot 100 \quad (5)$$

Nepravá tvarová řada (6) udává poměr tloušťky kmene ve stejných absolutních odstupech, např. 1, 3, 5, ..., vztažené k tloušťce v první výšce.

$$k_{0,j} = \frac{d_1}{d_{1,3}} \cdot 100 \quad (6)$$

Výtvarnice (7) je bezrozměrné číslo stanovující plnodřevnost kmene nebo celého stromu. Výtvarnice je přesně určena jako podíl skutečného objemu stromu  $v$  k objemu „ideálního válce“, který má shodnou velikost kruhové základny  $g$  a výšky  $h$  se stromem.

$$f = \frac{v}{g \cdot h} \quad (7)$$

Nepravá výtvarnice se vypočítá jako poměr objemu kmene a objemu válce s průměrem shodným jako tloušťka stromu ve výšce 1,3 m nad zemí.

Pravá výtvarnice (Hohenadlova) se vyjádří jako podíl objemu kmene k objemu válce o průměru  $v$  1/10 výšky stromu.

Absolutní výtvarnice se získá jako poměr objemu kmene a objemu válce o průměru ve spodní části (paty) kmene. Tato výtvarnice se již nepoužívá, jelikož obvod kruhové plochy bývá silně zkreslen díky přítomnosti kořenových náběhů (ŠTIPL 2000).

Štíhlostní kovocient (8) lze vypočítat jako podíl výšky stromu v metrech a výčetní tloušťky v centimetrech (ŠTIPL 2000).

$$\check{K} = \frac{h(m)}{d_{1,3}(cm)} \quad (8)$$

Objem kmene vzorníků byl stanoven podle Huberova vzorce (9) pro výpočet objemu kmene po sekcích, kde  $l$  značí délku sekce,  $g_i$  kruhovou základnu sekce a  $v_n$  objem vrcholové sekce (KORF et al. 1972).

$$v = l(g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_{n-1}) + v_n \quad (9)$$

Získaný objem vzorníků podle Huberova vzorce je porovnán s objemy hlavních domácích jehličnatých dřevin, které jsou stanoveny podle Územních lesnických tabulek (ÚLT), britských tabulek pro jedli obrovskou (CHRISTIE, LEWIS 1961), rovnice pro douglasku tisolistou (BERGEL 1971) a rovnice pro jedli obrovskou (NAGEL 1988 ex Rau et al. 2008). Pro vizualizaci získaných údajů jsou vytvořeny sloupcové grafy, které znázorňují rozdíly či návaznost jednotlivých objemů dřevin a umožňují správnou volbu objemových rovnic či tabulek.



#### 4.2.5.3 Statistické vyhodnocení

Pro statistické posouzení charakteristik vzorků horizontů půd a dendrometrických měření byly využívány programy Statistica 12 od firmy Statsoft a NCSS 10 od firmy NCSS Statistical Software. Nejprve byly testovány normalita a homogenita dat pomocí Kolmogorovova-Smirnovova testu. Případné nesrovnalosti jsou řešeny transformací dat (nejčastěji logaritmickou transformací). Následně byly prováděny analýza rozptylu a Scheffého post-hoc test (10), mnohonásobného srovnání na 95% hladině významnosti (MELOUN, MILITKÝ 2006).

$$|\bar{x}_i - \bar{x}_j| \geq \sqrt{(k-1)F_{k-1, n-k; \alpha} MSE \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \quad (10)$$

,kde  $\bar{x}$  značí aritmetický průměr,  $F$  kritickou hodnotu,  $k$  počet průměrů,  $MSE$  střední čtvercovou chybu a  $n$  počet dat.

K hodnocení byl využit též Tukeyho test (11), který je citlivější (MELOUN, MILITKÝ 2006).

$$|\bar{x}_i - \bar{x}_j| \geq q_{A, \alpha} \sqrt{\frac{1}{2} MS_{S(A)} \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \quad (11)$$

,kde  $\bar{x}$  značí aritmetický průměr skupin,  $q$  je kvantil studentizovaného rozpětí,  $MS$  střední čtvercová chyba a  $n$  počet dat.

Pro neparametrická data byl pro vyhodnocení rozdílů mezi skupinami využit Kruskalův-Wallisův test (Dunnova metoda) (12) (MELOUN, MILITKÝ 2006).

$$|\bar{t}_i - \bar{t}_j| \geq \sqrt{\frac{1}{12} \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) n(n+1) z_{1-\alpha^*}} \quad (12)$$

,kde  $\bar{t}$  je průměrné pořadí skupin,  $z$  je kvantil normovaného normálního rozdělení,  $\alpha^*$  je modifikovaná hladina významnosti  $\left( \frac{\alpha}{\binom{k}{2}} \right)$  a  $n$  je počet dat.

## 5. VÝSLEDKY

### 5.1 Sledování produkce na výzkumných plochách

#### 5.1.1 ŠLP Kostelec nad Černými lesy (K01 – K03)

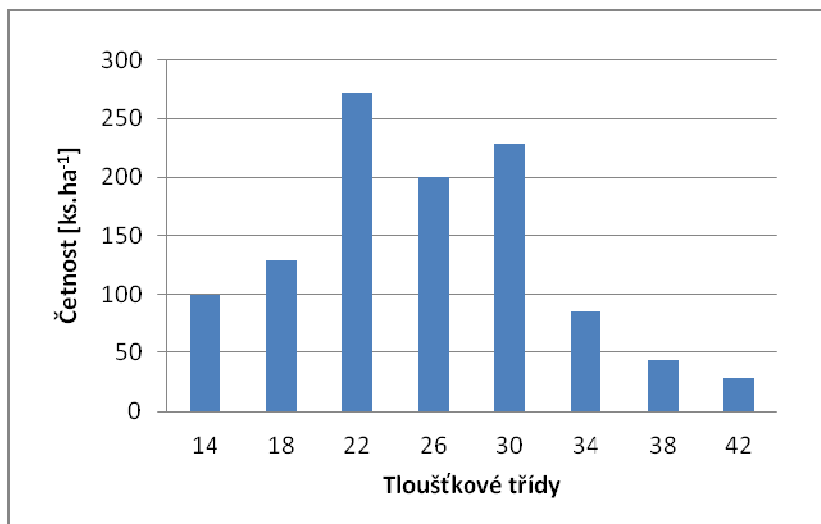
Na výzkumné ploše K01 Točna, Amerika bylo změřeno 76 jedinců jedle obrovské. První vyhodnocení výčetních tloušťek a výšek stromů měřených v roce 2010 zahrnuje popisné statistiky, které jsou uvedeny v přehledových tabulkách 9 a 10.

Tab. 9. Popisná statistika výčetních tloušťek stromů na lokalitě K01 Točna, Amerika

Tab. 10. Popisná statistika výšek stromů na lokalitě K01 Točna, Amerika

Výčetní tloušťka		Výška	
počet	76,000	počet	76,000
průměr	25,287	průměr	23,191
medián	24,500	medián	23,500
součet	1921,800	součet	1762,500
minimum	13,000	minimum	16,500
maximum	43,500	maximum	29,200
rozptyl	45,042	rozptyl	6,636
směrod. odch.	6,711	směrod. odch.	2,576
směrod. chyba	0,770	směrod. chyba	0,295
šikmost	0,384	šikmost	-0,158
špičatost	-0,095	špičatost	-0,247

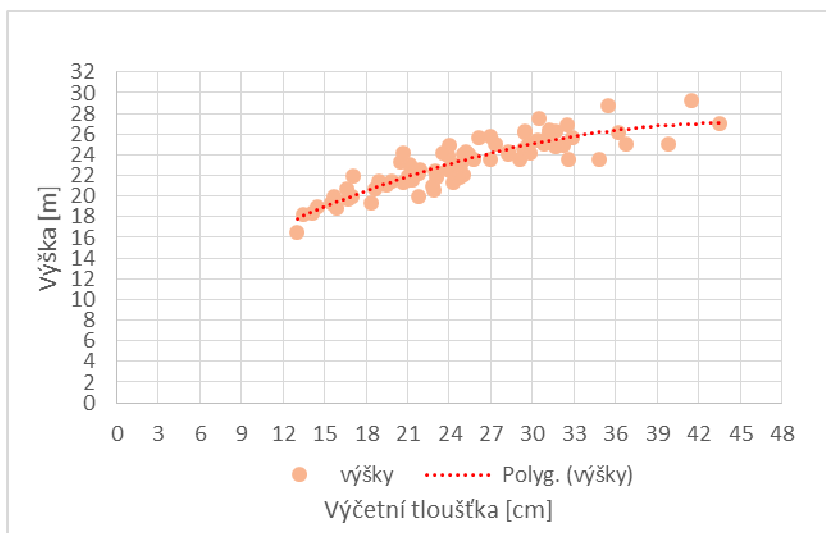
Rozdíl průměru a mediánu u výčetní tloušťky a výšky není velký. Průměrná tloušťka stromů má hodnotu 25,3 cm, medián 24,5 cm. U výšek je rozdíl ještě menší, kdy průměr dosáhl hodnoty 23,2 m a medián 23,5 m. Datové soubory výšek a výčetních tloušťek měly normální rozdělení. Minimum (13 cm) a maximum (43,5 cm) výčetních tloušťek ukazuje na širokou variabilitu jednotlivých stromů. U výšek má minimum hodnotu 16,5 m, maximum dosahuje 29,2 m. Rozdíl je zde také zřejmý, což může souviset s několika faktory, které ovlivňují růstové vlastnosti dřeviny. Tloušťkové rozdělení v grafickém znázornění (obr. 33) ukazuje, že nejpočetnější skupinou jsou stromy s tloušťkou od 20,1 až po 24,0 cm.



Obr. 33. Rozložení četnosti stromů v tloušťkových třídách na lokalitě K01 Točna, Amerika

Nejpočetnější je tloušťková třída 22, kterou následuje tloušťková třída 30. Mezi tloušťkovými třídami 22 a 30 je u třídy 26 mírný pokles a graf tak neodráží unimodální křivku, stále je však zřejmé její levostranné rozložení.

Pro vývoj výšek v závislosti na tloušťkách byl sestaven výškový grafikon (obr. 34), který reflektuje snižující se trend rychlosti růstu výšek. Z grafu je patrné, že výšky vytvářejí kompaktní pás, který je rozložený plynule pro tloušťky jedinců od 13 cm do 43,5 cm výčetní tloušťky.



Obr. 34. Výškové rozdělení stromů v závislosti na výčetní tloušťkách na lokalitě K01 Amerika

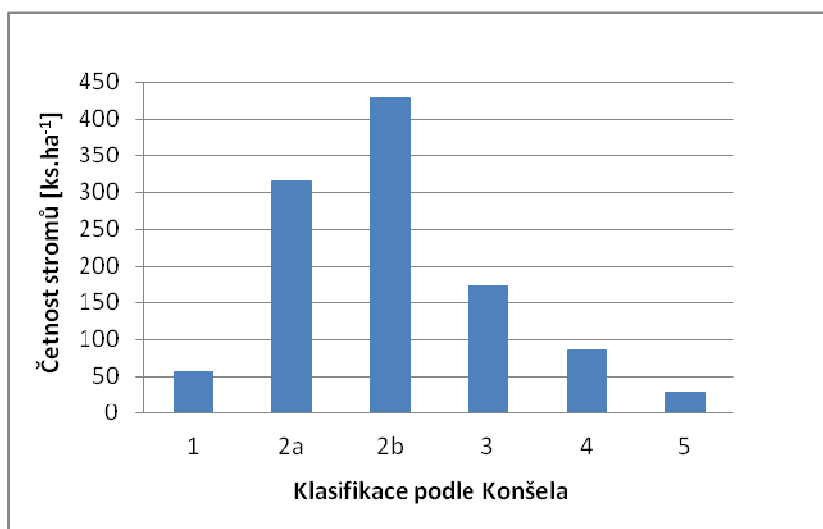
Je zřejmé, že jak výšky, tak i další parametry, jako jsou výčetní tloušťka stromů a zásoba porostu, se budou postupně navyšovat. Časová souslednost vývoje biometrických údajů je zobrazena v tabulce 11.

Tab. 11. Souhrn biometrických údajů za měřená období na lokalitě K01 Točna, Amerika

Biometrické údaje	Jednotky	Rok			
		2010	2012	2013	2014
Průměrná tloušťka	[cm]	25,3	26,4	26,7	27,1
Průměrná výška	[m]	23,2	23,5	24,6	25,6
Kruhová základna	[m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ]	58,3	61,1	62,6	64,2
Počet stromů	[ks.ha <sup>-1</sup> ]	1086	1043	1043	1043
Zakmenění	-	1,26	1,33	1,36	1,37
Zásoba porostu (PETRÁŠ, PAJTIK 1991)	[m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ]	698,8	737,9	792,3	848,6
Zásoba porostu (NAGEL 1988 ex RAU et al. 2008)	[m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ]	613,8	648,2	690,1	733,3

V roce 2010 se ve 35 letech průměrná výčetní tloušťka a výška pohybovaly na hodnotách 25,3 cm a 23,2 m. V posledním měřeném období v roce 2014 ve věku 38 let se průměrná tloušťka navýšila o 1,8 cm a průměrná výška o 2,4 m. Počet stromů na 1 ha (cca 1000 ks) s takto velkými parametry je příliš vysoký, což je důvodem výsledné nadprůměrné zásoby porostu.

Vysoké zakmenění značí překročení optimální počet jedinců na ploše. Informace o počtu stromů ve třídách stromové klasifikace je uvedeno na obrázku 35.



Obr. 35. Četnost jedlí obrovských na lokalitě K01 Amerika rozdělených do klasifikačních tříd dle KONŠELA (1931)

Z grafu vyplývá, že největšího počtu dosahují úrovně stromy, především se stísněnou korunou, kterých bylo zjištěno 429 ks. V úrovni s dobře vyvinutou korunou se nachází 314 jedinců, kteří tvoří základní strukturu mýtního porostu. Dále je zde i 57 jedinců v nadúrovni, 171 vrůstavých a ustupujících, 86 plně zastíněných, ale životaschopných a konečně 29 odumřelých.

Na výzkumné ploše K02 Svatbín dosahují s počtem 62 ks dřeviny průměrné tloušťky okolo 34,8 cm a mediánu 35,6 cm (tab. 12 a 13). Rozsah tlouštěk se pohyboval od 11,2 po 52,5 cm. Medián výšek stromů je 24,4 m, minimální výška stromu je 13,1 m, maximální 29,8 m. Normalita rozdělení byla prokázána pouze u výčetních tlouštěk, rozdělení výšek normální charakter nemá.

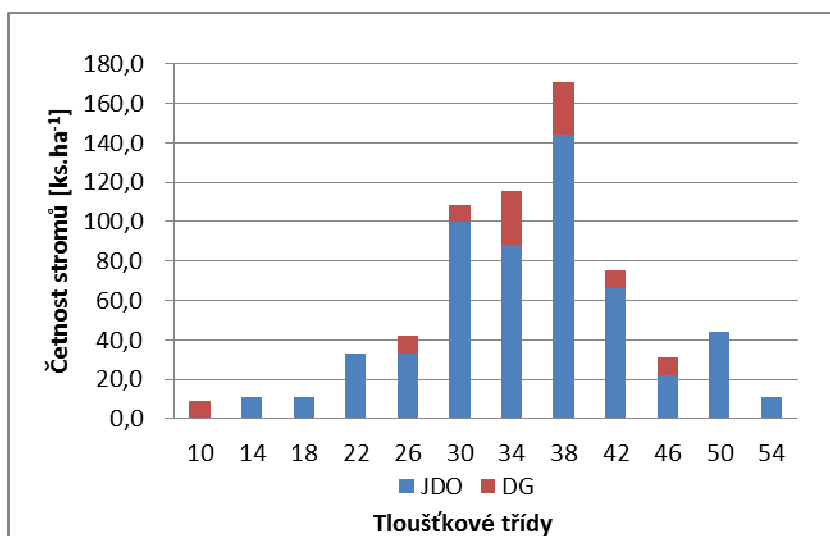
Tab. 12. Popisné statistiky výčetních tlouštěk stromů na lokalitě K02 Svatbín

Výčetní tloušťka	
počet	62,000
průměr	34,832
medián	35,600
součet	2159,600
minimum	11,200
maximum	52,500
rozptyl	70,560
směrod. odch.	8,400
směrod. chyba	1,067
šikmost	-0,432
špičatost	0,527

Tab. 13. Popisné statistiky výšek stromů na lokalitě K02 Svatbín

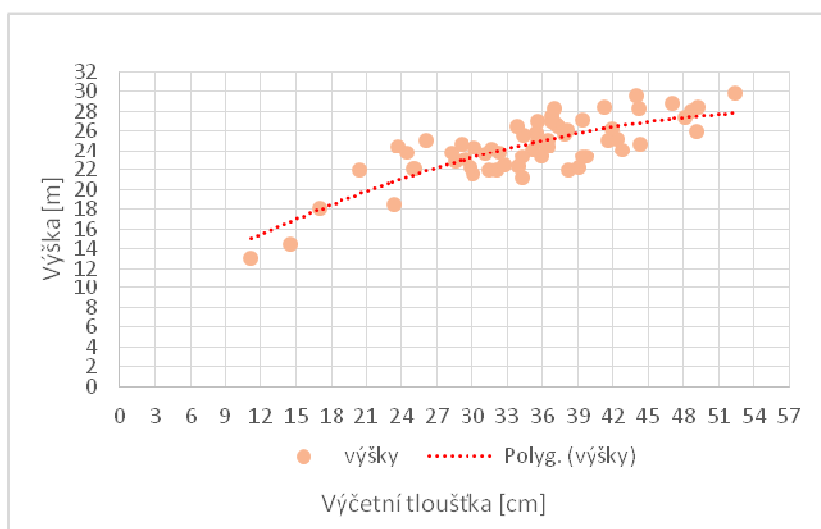
Výška	
počet	62,000
průměr	24,300
medián	24,400
součet	1506,600
minimum	13,100
maximum	29,800
rozptyl	9,834
směrod. odch.	3,136
směrod. chyba	0,398
šikmost	-1,131
špičatost	2,797

Rozložení do tloušťkových tříd je vyjádřeno na obrázku 36, kde jsou barevně vymezeny sloupce podle dřevin. V případě jedle obrovské je nejvíce stromů (144 ks) zastoupeno v tloušťkové třídě 38. U douglasky je stejný počet 27 kusu u tloušťkových tříd 34 a 38. Směrem k nižším i vyšším tloušťkovým třídám pak zastoupení postupně klesá. Do nejnižší tloušťkové třídy bylo zařazeno pouze 9 jedinců douglasky a do nejvyšší třídy (54) pouze 11 stromů jedle obrovské. Rozložení grafu zde není levostranné, ale spíše pravostranné.



Obr. 36. Četnost jedinců JDO a DG v tloušťkových třídách na lokalitě K02 Svatbín

Vztah výčetních tloušťek a výšek jedle obrovské (výškový grafikon) je znázorněn na obrázku 37.



Obr. 37. Výškové rozdělení jedinců jedle obrovské v závislosti na výčetních tloušťkách na lokalitě K02 Svatbín

Výraznější shlukování bodů je v rozmezí  $d_{1,3}$  od 24 do 44 cm. U nižších hodnot je nahloučení bodů sporadické. To ukazuje, že většina hodnot se vyskytuje nad 23 cm tloušťky a pod touto hranicí se vyskytují jen potlačené jedinci.

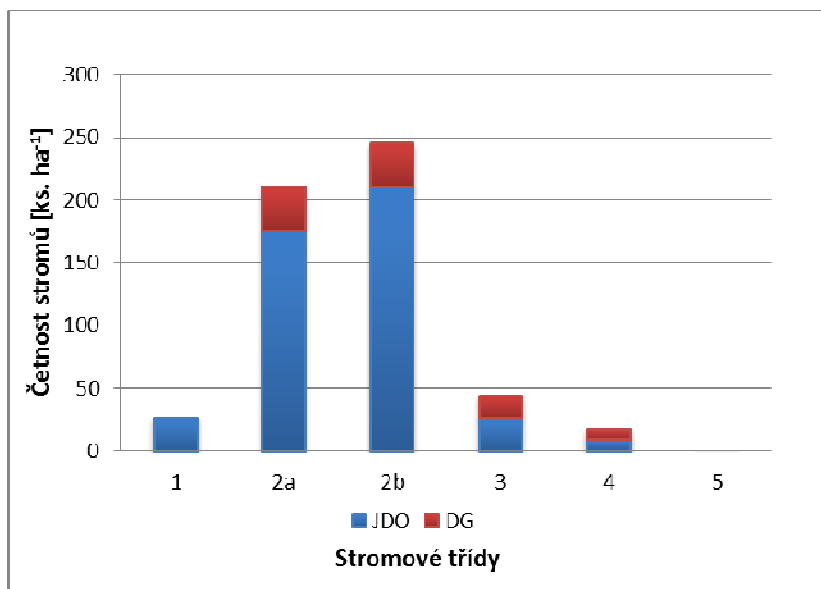
Výsledek dalších měření z let 2010 a následujících jsou uvedeny v tabulce 14, kde jsou základní dendrometrické údaje chronologicky seřazeny.

Tab. 14. Souhrn biometrických údajů za měřené období na lokalitě K03 Svatbín

Biometrické údaje	Jednotky	Rok			
		2010	2012	2013	2014
Průměrná tloušťka	[cm]	34,8	36,6	37,0	37,4
Průměrná výška	[m]	24,3	24,3	25,4	26,5
Kruhová základna	[m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ]	58,4	61,5	63,0	64,7
Počet stromů	[ks.ha <sup>-1</sup> ]	543	535	535	535
Zakmenění	-	1,22	1,28	1,31	1,35
Zásoba porostu (PETRÁŠ, PAJTIK 1991)	[m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ]	688,9	731,8	782,6	834,0
Zásoba porostu (NAGEL 1988 ex RAU et al. 2008)	[m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ]	610,0	649,6	689,7	731,5

V roce 2010 dosahovala v 45 letech průměrná tloušťka na výzkumné ploše 34,8 cm a průměrná výška 24,3 m. Počet stromů byl 543 ks. Obě vypočítané zásoby porostu přesahovaly 600 m<sup>3</sup>, přesto je rozdíl 78,9 m<sup>3</sup> mezi dvěma variantami značný. V roce 2014, kde porost dosáhl věku 49 let, se tloušťka navýšila na 37,4 cm a výška vzrostla na 26,5 m. Zakmenění postupně stoupl na 1,35. Bylo využita tabulková hodnota pro jedli bělokorou k určování zakmenění jedle obrovské.

Na výzkumné ploše K02 Svatbín se začíná vytvářet tzv. kostra porostu, kterou tvoří pouze ti nejlepší jedinci. Klasifikace stromů dle KONŠELA (1931) ukazuje velký počet úroveňových jedinců (obr. 38) tvořený 386 ks jedle obrovské a 70 ks douglasky tisolisté v přepočtu na plochu 1 ha.



Obr. 38. Četnost JDO a DG na lokalitě K02 Svatbín v jednotlivých do klasifikačních třídách dle KONŠELA (1931)

Další skupiny o stejném počtu 26 stromů představují nadúrovňoví a ustupující jedinci jedle obrovské. Zbývajících 9 jedinců jedle obrovské je zařazeno do skupiny stromů plně zastíněných. Douglaska v nadúrovni zastoupení nemá, ale ve skupině ustupujících stromů je zastoupena 18 ks a ve skupině zastíněných 9 ks.

Na výzkumné ploše K03 Majzlovka roste 107 jedinců jedle obrovské. Základní statistické údaje o výčetní tloušťce a výšce zájmové dřeviny jsou představeny v tabulkách 15 a 16. U výčetní tloušťky a výšky je rozdíl mezi průměrem a mediánem o poznání menší, než tomu bylo v předchozím porostu. Průměry výčetní tloušťky a výšky dosáhly 22,0 cm a 20,7 m, mediány obou parametrů činily 21,5 cm a 21,0 m. Rozptyl měřených dendrometrických veličin je velký, přičemž rozdíly jejich minima a maxima činily u tloušťky 34,6 cm a u výšky 16,2 m.

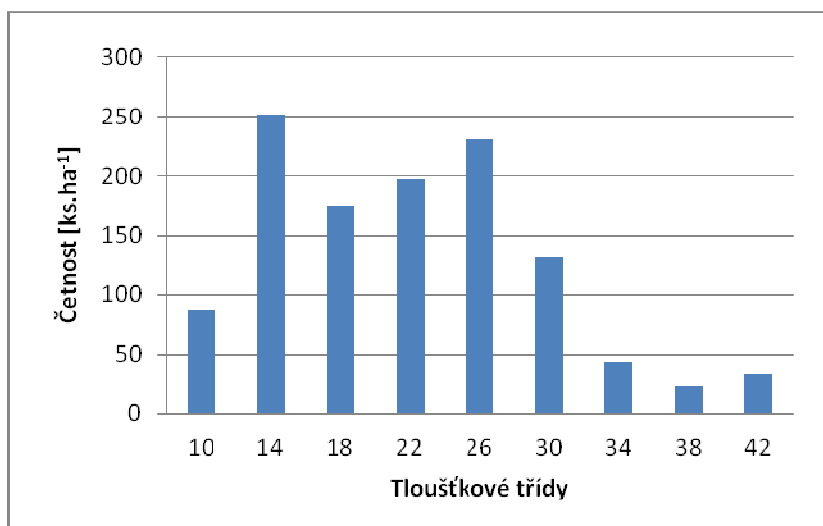
Při rozložení výčetních tlouštěk do tříd, které jsou graficky zachyceny na obrázku 39, je evidentní převaha slabších stromů. Rozložení výčetních tlouštěk se opět jeví jako levostranné. Největší počet stromů je v tloušťkové třídě 14 (252 jedinců), druhou nejpočetnější je třída 26.

Tab. 15. Popisné statistiky výčetních tloušťek stromů na lokalitě K03 Majzlovka

Výčetní tloušťka	
počet	107,000
průměr	22,037
medián	21,500
součet	2358,000
minimum	8,800
maximum	43,400
rozptyl	56,372
směrod. odch.	7,508
směrod. chyba	0,726
šikmost	0,527
špičatost	-0,053

Tab. 16. Popisné statistiky výšek stromů na lokalitě K03 Majzlovka

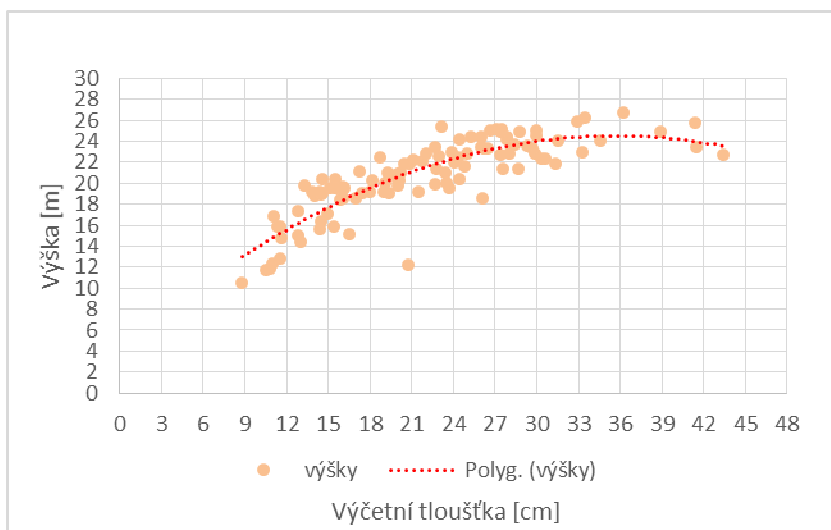
Výška	
počet	107,000
průměr	20,658
medián	21,000
součet	2210,400
minimum	10,500
maximum	26,700
rozptyl	12,391
směrod. odch.	3,520
směrod. chyba	0,340
šikmost	-0,800
špičatost	0,390



Obr. 39. Rozložení četností jedle obrovské v tloušťkových třídách na lokalitě K03 Majzlovka

Výškový grafikon (obr. 40) je dobrým ukazatelem závislosti výšky na výčetní tloušťce, která se mění buď s věkem či s výchovným zásahem (redukce jedinců v porostu). U výškového rozdělení stromů se projevuje vysoká diferenciace. Amplituda výšek 10–26 m při tloušťkovém rozpětí 8 až téměř 44 cm umožňuje stromům životaschopnost díky omezení konkurence v důsledku výskytu několika etází porostu a mezer mezi stromy (vertikální a horizontální rozložení). Trend růstu do výšky se projevuje prudkým nárůstem výčetních tloušťek do 26 cm, posléze se však zmírňuje, kdy začíná mírně klesat, až u výčetní tloušťky 38 cm začíná stagnovat.





Obr. 40. Výškové rozdělení jedinců jedle obrovské v závislosti na výčetní tloušťkách na lokalitě K02 Majzlovka

Na výzkumné ploše K03 Majzlovka činily v roce 2010 ve věku 35 let průměrná výčetní tloušťka a výška jedle obrovské 22,0 cm, resp. 20,7 m. Počet stromů přepočtený na 1 ha představoval 1172 ks (tab. 17).

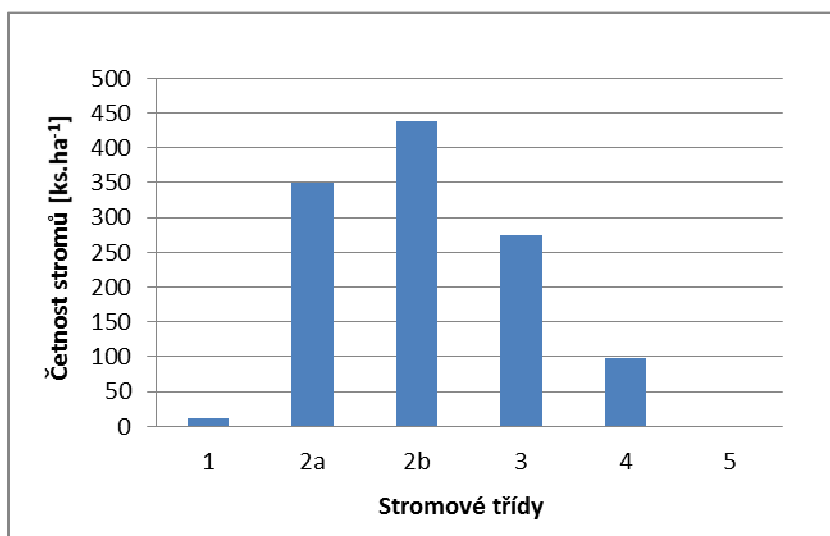
Tab. 17. Souhrn biometrických údajů za měřená období na lokalitě K02 Majzlovka

Biometrické údaje	Jednotky	Rok			
		2010	2012	2013	2014
Průměrná tloušťka	[cm]	22,0	25,2	25,6	25,9
Průměrná výška	[m]	20,7	21,3	22,2	23,1
Kruhová základna	[m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ]	49,8	51,7	53,4	55,0
Počet stromů	[ks.ha <sup>-1</sup> ]	1172	963	963	963
Zakmenění	-	1,08	1,13	1,16	1,20
Zásoba porostu (PETRÁŠ, PAJTÍK 1991)	[m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ]	552,2	583,1	610,9	654,4
Zásoba porostu (NAGEL 1988 ex RAU et al. 2008)	[m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ]	491,0	507,4	541,5	576,4

Zásoba porostu podle rovnice pro jedli bělokorou (PETRÁŠ, PAJTÍK 1991) činila 552,2 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Při použití objemové rovnice pro jedli obrovskou (NAGEL 1988 ex RAU et al. 2008) byla zásoba nižší o 61,2 m<sup>3</sup>. Zakmenění bylo navzdory velkému počtu stromů nižší než na výzkumné ploše K01 Točna, Amerika (v roce 2014 bylo 1,37). V posledním roce měření (2014) se průměrné hodnoty výčetní tloušťky a výšky zvýšily na 25,9 cm, resp. 23,1 m. Počet stromů sice klesl na 963 ks, avšak zakmenění naopak vzrostlo na 1,2.

Nadúrovňové stromy tvoří poměrně malou skupinu 11 jedinců na hektar. Většina stromů se drží v úrovni, kde bylo 438 jedinců zařazeno do skupiny se stísněnou korunou. Po úrovňových stromech následují podúrovňové stromy, kde se 274 jedinců jeví jako ustupujících a 99 jedinců jako zastíněných, avšak

životaschopných. Odumírající a odumřelí jedinci se na ploše nevyskytovali, což ovlivnilo přepočítání stromů na hektar (obr. 41).



Obr. 41. Četnost jedlí obrovských na lokalitě K03 Majzlovka rozdělených do klasifikačních tříd dle KONŠELA (1931)

### 5.1.2 Žďár nad Sázavou (Z01 – Z03)

Na výzkumné ploše Z01 Babín se nacházelo 28 jedinců o průměrné výčetní tloušťce 13,2 cm a průměrné výšce 12,1 m (tab. 18 a 19). Mediány mají nižší hodnoty, které u tloušťky dosahují 11,2 cm, resp. u výšky 11,7 m. Maximum výčetní tloušťky mělo hodnotu 22,8 cm, minimum 7,9 cm. Maximální výška stromu činila 15,4 m, minimální 8 m. Rozpětí hodnot obou parametrů je velké.

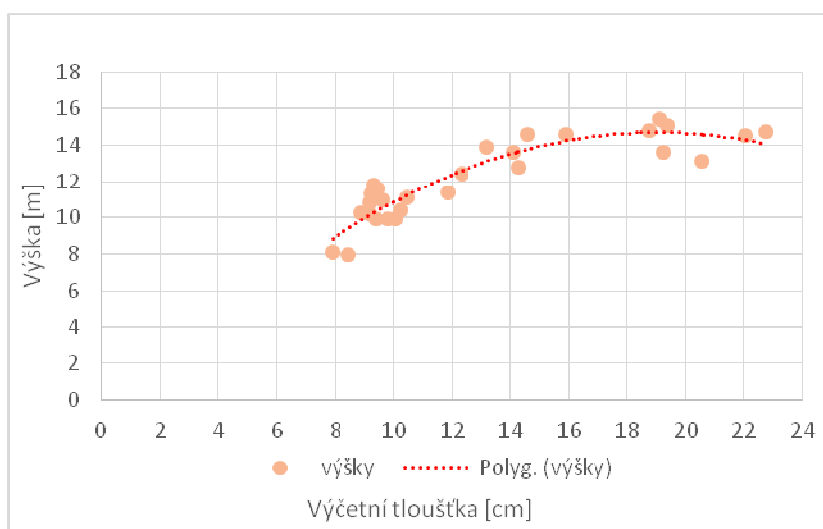
Tab. 18. Popisné statistiky výčetních tlouštěk stromů na lokalitě Z01 Babín

Výčetní tloušťka	
počet	28,000
průměr	13,193
medián	11,150
součet	369,400
minimum	7,900
maximum	22,750
rozptyl	21,771
směrod. odch.	4,666
směrod. chyba	0,882
šikmost	0,775
špičatost	-0,830

Tab. 19. Popisné statistiky výšek stromů na lokalitě Z01 Babín

Výška	
počet	28,000
průměr	12,100
medián	11,700
součet	338,800
minimum	8,000
maximum	15,400
rozptyl	4,591
směrod. odch.	2,143
směrod. chyba	0,405
šikmost	-0,117
špičatost	-0,998

Na obrázku 42 se projevuje v jedné části větší shlukování, kdy početná skupina stromů dosahuje výšek cca 10 m. Vyšší stromy jsou rozloženy v širokém intervalu jednotlivě a nevytvářejí shluky. Trend vývoje výšky je zprvu rostoucí a u větších jedinců se zastavuje. Lze usoudit, že mohutnější jedinci na okraji porostu získávají větší množství slunečního záření a omezují skupinku, která je stísněna uvnitř plochy, čímž vznikají mezi jedinci jedle obrovské výrazné rozdíly.



Obr. 42. Výškové rozdělení jedinců jedle obrovské v závislosti na výčetních tloušťkách na lokalitě Z01 Babín

Na výzkumné ploše Z02 Babín rostlo 21 stromů (tab. 20 a 21). Výčetní tloušťka dosáhla v průměru 10,6 cm, medián pak 9,6 cm. Nejvyšší hodnota výčetní tloušťky byla 18,2 cm, nejnižší naopak 2,1 cm. U výšky dosáhl průměr 9,4 cm a medián 9,5 cm. Maximální výška dosáhla 15,2 m, minimální 2 m. U tohoto porostu byla minima hodnot obou parametrů na nejspodnější hranici ze všech tří ploch z lokality Babín.

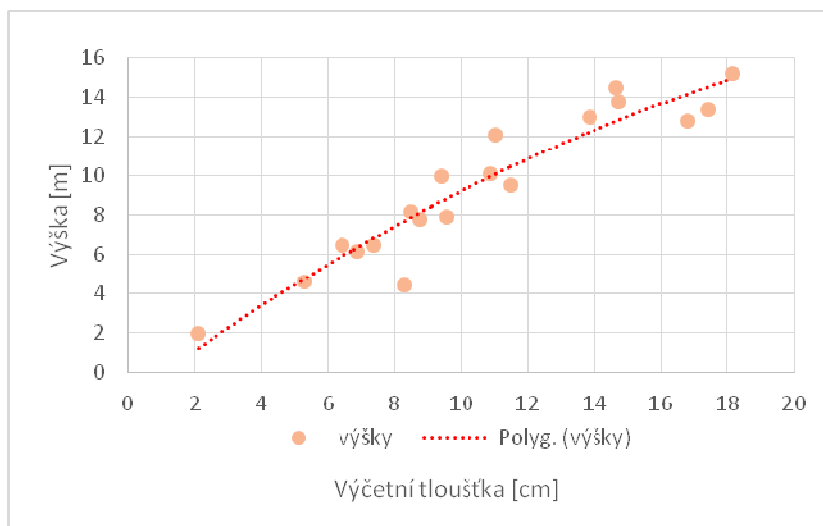
Tab. 20. Popisné statistiky výčetních tlouštěk stromů na lokalitě Z02 Babín

Výčetní tloušťka	
počet	21,000
průměr	10,616
medián	9,550
součet	201,700
minimum	2,100
maximum	18,150
rozptyl	19,118
směrod. odch.	4,372
směrod. chyba	1,003
šikmost	0,142
špičatost	-0,560

Tab. 21. Popisné statistiky výšek stromů na lokalitě Z02 Babín

Výška	
počet	21,000
průměr	9,395
medián	9,500
součet	178,500
minimum	2,000
maximum	15,200
rozptyl	14,655
směrod. odch.	3,828
směrod. chyba	0,878
šikmost	-0,160
špičatost	-0,970

Výškový grafikon, který zobrazuje závislost výšek stromů na jejich výčetní tloušťce, je znázorněn na obrázku 43. V daném případě se nevytvořila žádná viditelná skupina stromů podobných rozměrů, která by na ploše jednoznačně převládala. Vývoj má rychle stoupající trend.



Obr. 43. Výškové rozdělení jedinců jedle obrovské v závislosti na výčetních tloušťkách na lokalitě Z02 Babín

Na výzkumné ploše Z03 Babín byl zaznamenán nejvyšší počet jedinců, z nichž 35 mělo nejmenší výčetní tloušťky a výšky ze všech tří výzkumných ploch. Průměrná výčetní tloušťka na ploše dosáhla 8,6 cm a průměrná výška 7,6 m (tab. 22 a 23). Rozdíl mediánu od aritmetického průměru nebyl u výčetní tloušťky ani výšky příliš velký. Medián výčetní tloušťky činil 8,3 cm, u výšky 7,2 m. Minimálních hodnot dosáhli jedinci s výčetní tloušťkou 3,7 cm, resp. výškou 2,9 m, a to za podmínek silného poškození zvěří.

Tab. 22. Popisná statistika výčetních tlouštěk stromů na lokalitě Z03 Babín

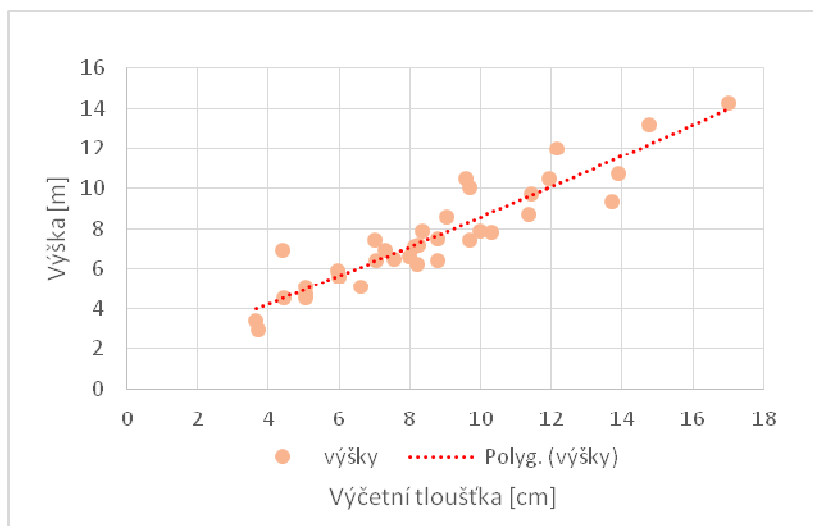
Tab. 23. Popisná statistika výšek stromů na lokalitě Z03 Babín

Výčetní tloušťka	
počet	35,000
průměr	8,627
medián	8,250
součet	301,950
minimum	3,650
maximum	17,000
rozptyl	10,534
směrod. odch.	3,246
směrod. chyba	0,549
šikmost	0,585
špičatost	0,074

Výška	
počet	35,000
průměr	7,580
medián	7,200
součet	265,300
minimum	2,900
maximum	14,300
rozptyl	6,847
směrod. odch.	2,617
směrod. chyba	0,442
šikmost	0,643
špičatost	0,360

Maxima byla dosažena u jedinců s výčetní tloušťkou 17 cm, resp. výškou 14,3 m. Data obou měřených veličin mají normální rozdělení.

Po grafickém srovnání výšek s výčetní tloušťkou jednotlivých stromů se ve výškovém grafikonu (obr. 44) opět projevuje rychle stoupající trend.



Obr. 44. Výškové rozdělení jedinců jedle obrovské v závislosti na výčetních tloušťkách na lokalitě Z03 Babín

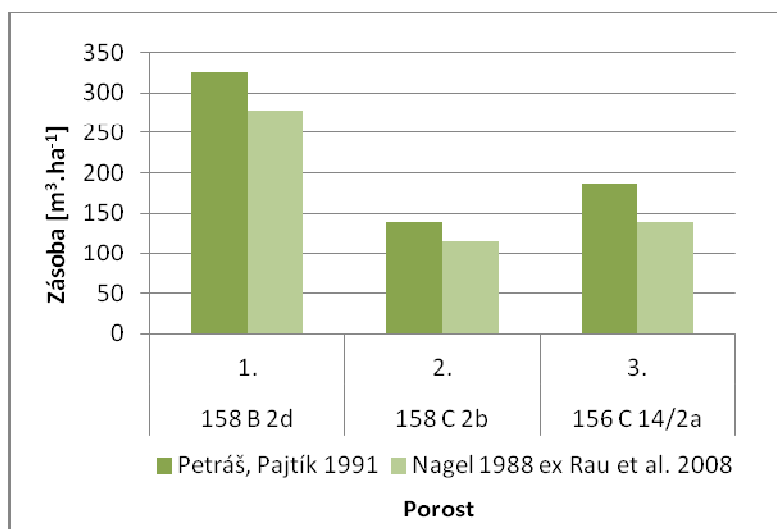
Většina bodů je rozložena spíše ve spodní části, kde se vytvořila skupinka jedinců s výčetní tloušťkou cca 8 cm, které odpovídají výšky v rozmezí 5 až 8 m. V horní části linie je hustota bodů nižší, přičemž se zde vyskytuje 6 jedinců, kteří dosahují výšek 9 až 14 m a výčetních tlouštěk 12 až 14 cm.

Při vzájemném porovnání všech tří ploch (tab. 24) se v přepočtených hektarových počtech ukazují velké rozdíly. Lze předpokládat, že právě přepočet z malé plochy může způsobit velký rozdíl, protože se původní počet jedinců na výzkumné ploše násobí 100krát.

Tab. 24 Souhrn biometrických údajů na lokalitách Z01, Z02 a Z03 Babín

Porost		Z01	Z02	Z03
		158 B 2d	158 C 2b	156 C 14/2a
Věk	[rok]	20	20	20
Počet stromů	[ks.ha <sup>-1</sup> ]	2800	2100	3500
Průměrná kruhová základna	[m <sup>2</sup> ]	0,011	0,008	0,005
Průměrný objem stromu	[m <sup>3</sup> ]	0,11	0,07	0,04
Celková zásoba hroubí (PETRÁŠ, PAJTIK 1991)	[m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ]	325	140	187
Celková zásoba hroubí (NAGEL 1988 ex RAU et al. 2008)	[m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ]	279	115	139

Na ploše Z01 roste 2800 stromů. Na ploše Z02 roste ve srovnání s předchozí plochou 700 stromů méně. Nejvíce jedinců (cca 3500) roste na ploše Z03. Plocha Z01 se tak jeví jako nejproduktivnější (průměrná kruhová základna  $0,011 \text{ m}^2$ , průměrný objem hroubí  $0,11 \text{ m}^3$ ). Následuje plocha Z02 (průměrná kruhová základna  $0,008 \text{ m}^2$ , průměrný objem hroubí  $0,07 \text{ m}^3$ ). Plocha Z03 má nejmenší průměrnou kruhovou základnu ( $0,005 \text{ m}^2$ ) a průměrný objem hroubí ( $0,04 \text{ m}^3$ ). Při posouzení rozdílů v objemu hroubí mezi porosty metodou ANOVA a Scheffého testem bylo zjištěno, že signifikantní rozdíl nastal pouze mezi výzkumnými plochami Z01 a Z03. Obdobná situace je u zásob porostů (obr. 45).



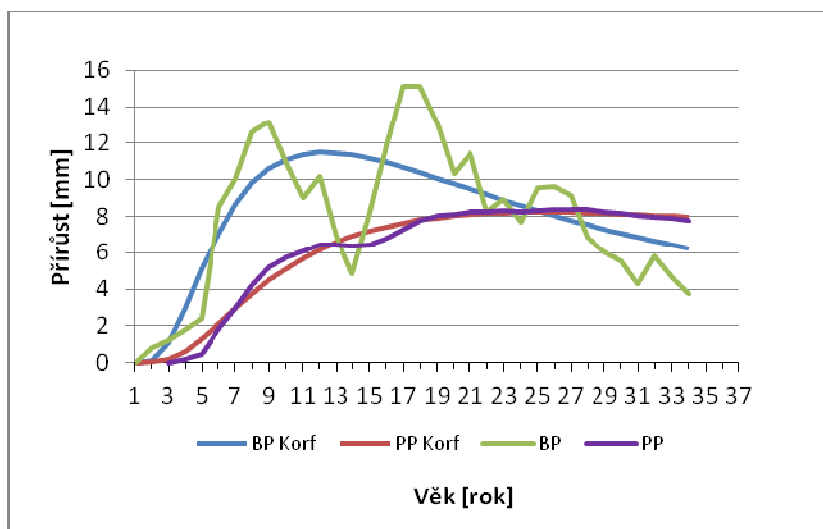
Obr. 45. Porovnání zásob ploch Z01, Z02 a Z03 podle dvou metod stanovení objemu

Na výzkumné ploše Z01 Babín dosáhla podle objemové rovnice pro jedli bělokorou (PETRÁŠ, PAJTÍK 1991) zásoba hroubí  $325 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , kdežto podle objemové rovnice pro jedli obrovskou (NAGEL 1988 ex RAU et al. 2008) činila celková zásoba hroubí  $279 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Na ploše Z02 Babín dosáhly tyto hodnoty v prvním případě  $140 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  a ve druhém  $115 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , tj. o  $25 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  méně. Na ploše Z03 Babín je díky vysokému počtu stromů na hektar zásoba vyšší ( $187 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), na rozdíl od plochy Z02, kde nebyl ani vysoký počet jedinců ani vysoký objem hroubí. Zásoba podle rovnice (NAGEL 1988 ex RAU et al. 2008) dosáhla  $139 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

## 5.2 Přírůstová analýza vzorníků

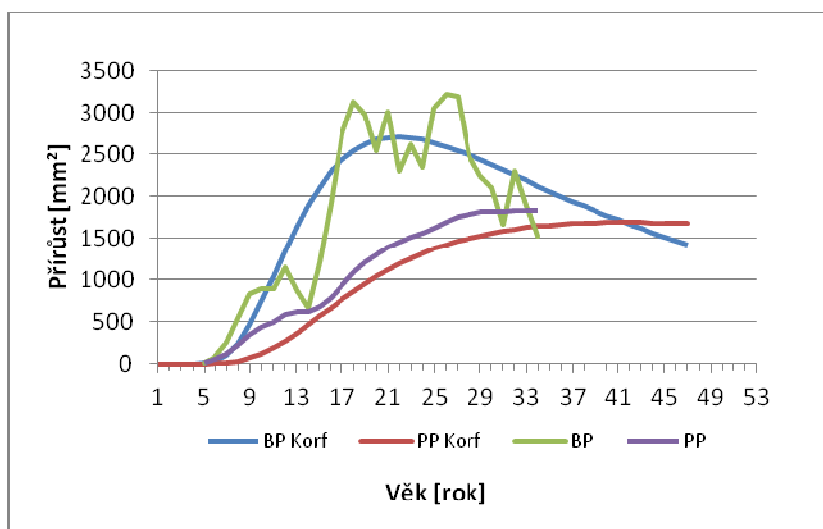
### 5.2.1 Kostelec nad Černými lesy

Vzorník NV (viz tab. 5). Po vyrovnání tloušťkového přírůstu vzorníku NV pomocí Korfovy funkce (obr. 46) je patrné, že kulminace běžného ročního přírůstu nastala ve 12. roce, kdy tloušťka dosáhla až k hranici 11,5 mm, a průměrný roční přírůst se dostal na nejvyšší hodnotu 8,4 mm ve věku 27 let.



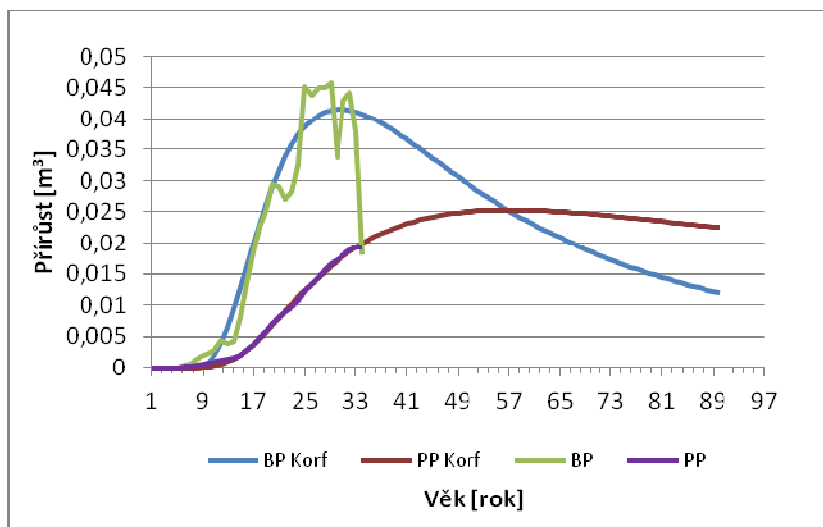
Obr. 46. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst vzorníku „NV“

Analýza byla provedena i pro kruhovou základnu (obr. 47), kde běžný roční přírůst kulminoval ve věku 21 let na hodnotě 3012 mm<sup>2</sup> a průměrný přírůst ve věku 41 let na hodnotě 1685 mm<sup>2</sup>.



Obr. 47. Běžný a průměrný roční přírůst kruhové základny vzorníku „NV“

Analýza přírůstů objemu vzorníku „NV“ (obr. 48) prokázala, že běžný roční přírůst rychle stoupal až na maximální hodnotu 0,043 m<sup>3</sup> ve 31 letech. U průměrného ročního objemového přírůstu se nachází maximum ve věku 57 let na hodnotě 0,0253 m<sup>3</sup>.



Obr. 48. Běžný a průměrný roční objemový přírůst vzorníku „NV“

Výsledky měření vzorníku v sekcích pravé a nepravé tvarové řady jsou uvedeny v tabulce 25. Je patrné, že od paty kmene je sbíhavost do 16,9 m poměrně malá, na rozdíl od poslední čtvrtiny, tj. vrcholku stromu.

Dalším možným ukazatelem je štíhlostní kvocient (tab. 26). Poměr výšky a výčetní tloušťky vzorníku je optimální, tj. není ani přeštíhlený, ani příliš plnodřevný s vysoko umístěným těžištěm snižujícím stabilitu stromu vůči bořivým větrům.

Tab. 25. Tvarové řady vzorníku „NV“

Pravá tvarová řada			Nepravá tvarová řada		
vzdálenost	$d_{0,i}$	$K_{0,i}$	vzdálenost	$d_{1,3}$	$K_{1,3}$
1,3	26,8	100 %	1,3	26,8	100 %
3,9	22,5	84 %			
6,5	22,3	83 %	6,5 (1/4)	22,3	83 %
9,1	20,8	78 %			
11,7	18,5	69 %	13 (1/2)	17,3	65 %
14,3	16,2	60 %			
16,9	13,6	51 %	19,5 (3/4)	10,1	38 %
19,5	10,1	38 %			
22,1	6,7	25 %	26 (1)	0,1	0 %
24,7	2,1	8 %			

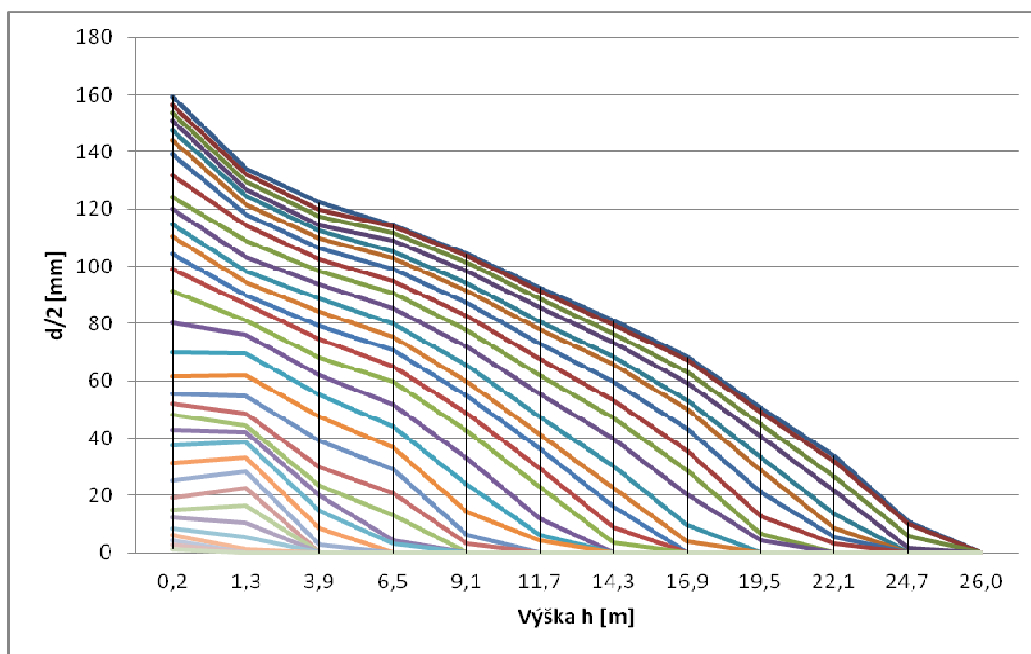


Tab. 26. Štíhlostní kvocient, absolutní, pravá a nepravá výtvarnice kmene vzorníku „NV“

$\bar{SK}$	90
$\bar{f}_0$	0,33
$\bar{f}_{0,1}$	0,44
$\bar{f}_{1,3}$	0,50

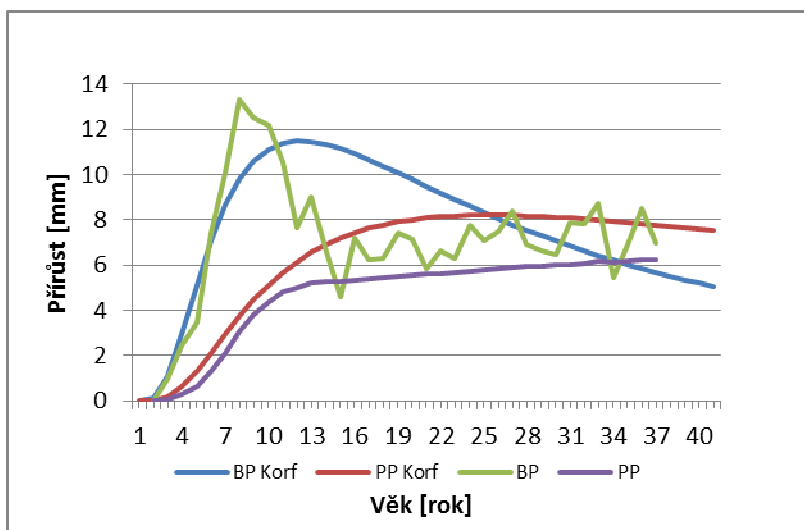
U nepravé výtvarnice je patrné, že hodnota je přesně poloviční ve srovnání s objemem ideálního válce. U dalších dvou výtvarnic se projevuje větší sbíhavost v důsledku výskytu kořenových náběhů.

Morfologické křivky vzorníku jsou znázorněny na obrázku 49. V průběhu růstu se v rozmezí věku 16–21 let výrazně zvýšily hodnoty výčetní tloušťky i výšky. V posledních 7 letech byl tloušťkový přírůst naopak utlumen, zatímco růst do výšky pokračoval bez poklesu.



Obr. 49. Postupný vývoj tvaru kmene (morfologické křivky) vzorníku „NV“

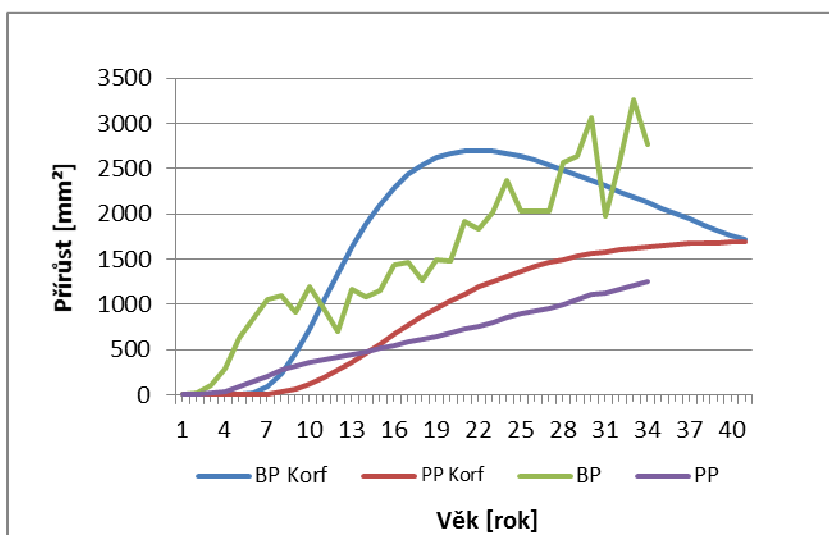
Vzorník č. 01. Na lokalitě K01 Točna, Amerika o dva roky později v roce 2012, byl ve stejném porostu pokácen další vzorník. Věk vzorníku byl ověřen podle letokruhů na 37 let.



Obr. 50. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst vzorníku č. 01

Tloušťkové přírůsty vzorníku č. 01 reflektuje obrázek 50. U běžného ročního tloušťkového přírůstu proběhla kulminace ve věku 12 let na hodnotě 11,48 mm. Průměrný roční přírůst měl maximum ve 27 letech na hodnotě 8,38 mm.

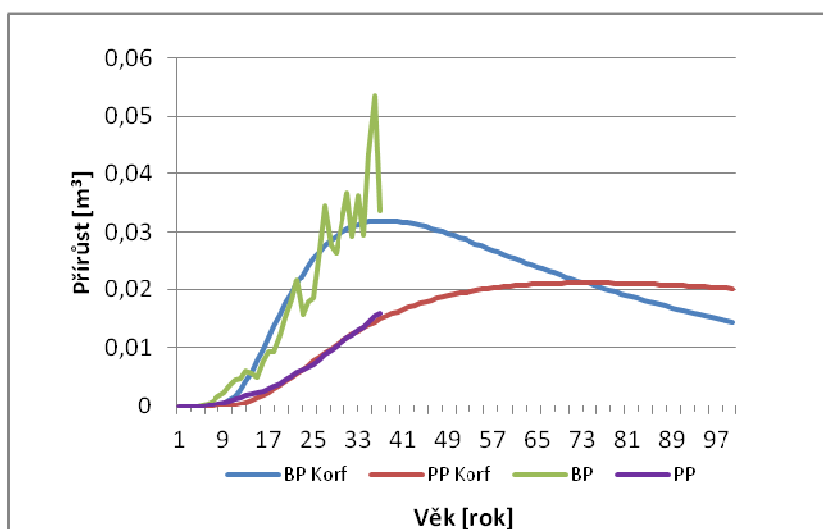
Přírůst na kruhové základně u vzorníku č. 01 je zobrazen na obrázku 51. Nejvyšší hodnota běžného ročního přírůstu kruhové základny byla ve věku 21 let 2694 mm<sup>2</sup>.



Obr. 51. Běžný a průměrný roční přírůst kruhové základny vzorníku č. 01

U průměrného ročního přírůstu byla nejvyšší hodnota ve 40 letech na hodnotě 1685 mm<sup>2</sup>. Zvyšování a pokles obou přírůstů nejsou tak strmé jako u předchozího vzorníku.

U objemového přírůstu (obr. 52) se podařilo určit po vyrovnání Korfovou funkcí kulminaci běžného a průměrného ročního přírůstu ve 41. a v 74. roce.



Obr. 52. Běžný a průměrný objemový přírůst vzorníku č. 01

Objemy přírůstů dosahovaly  $0,032 \text{ m}^3$  a  $0,021 \text{ m}^3$ . Vyrovnávací křivka v tomto případě přesně kopíruje skutečný běžný a průměrný přírůst, což je možné z důvodu menších výkyvů v růstu stromu.

Na tvaru kmene u vzorníku č. 01 ve tvarových řadách (tab. 27) se ukazuje, že větší rozdíl nastal jen u paty kmene. Pak až na konci kmene od vzdálenosti 20 m. V ostatních částech (sekcích) byla sbíhavost mírná.

Tab. 27. Tvarové řady vzorníku č. 01

Pravá tvarová řada			Nepravá tvarová řada			
vzdálenost	$d_{0,i}$	$K_{0,i}$	vzdálenost	$d_{1,3}$	$K_{1,3}$	
	1,35	25,1	100 %	1,3	25,6	100 %
	4,05	21,6	86 %			
	6,75	20,0	80 %	6,75 (1/4)	20	78 %
	9,45	18,9	75 %			
	12,15	17,7	71 %	13,5 (1/2)	16,7	65 %
	14,85	15,7	63 %			
	17,55	13,7	55 %	20,3 (3/4)	11	43 %
	20,25	11,0	44 %			
	22,95	6,9	27 %	27 (1)	0,1	0 %
	25,65	3,0	12 %			

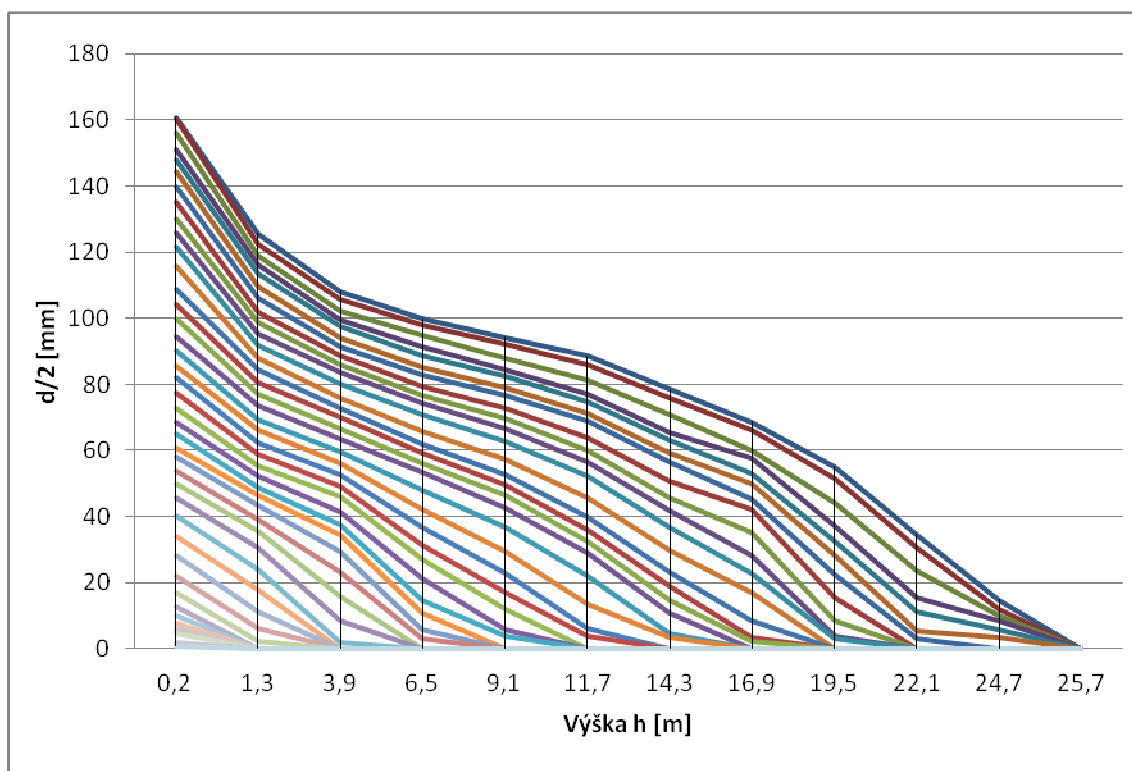
Štíhlostní kvocient (tab. 28) má ideální hodnotu blížíící se hodnotě 100. I mezi nepravou a pravou výtvarnicí není velký rozdíl, který by naznačoval větší sbíhavost

kmene. Přestože jsou u absolutní výtvarnice započítány i kořenové náběhy, ukazuje se, že nejsou tak mohutné jako u jiných dřevin, například u smrku ztepilého.

Tab. 28. Štíhlostní kvocient, absolutní, pravá a nepravá výtvarnice kmene vzorníku č. 01

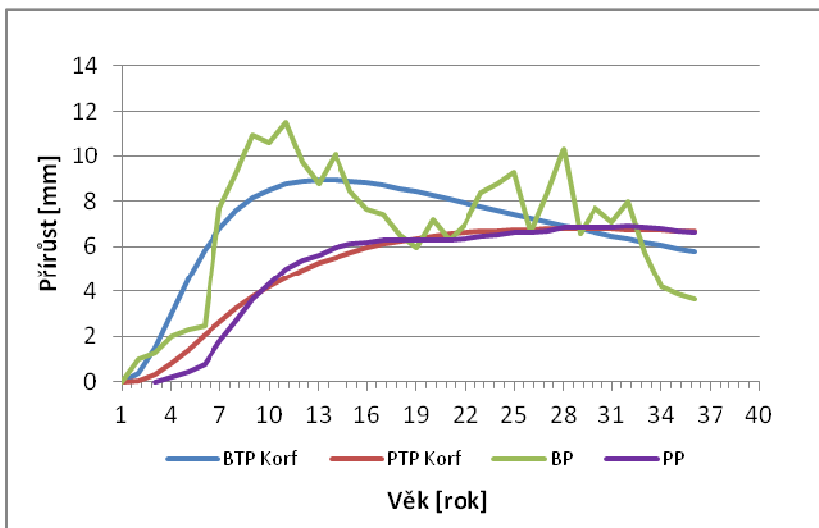
$\overline{SK}$	99
$f_0$	0,32
$f_{0,1}$	0,45
$f_{1,3}$	0,52

Tvar kmene se při grafickém zobrazení (obr. 53) v různých věkových stupních vzorníku ukazuje jako pravidelný, přičemž se teprve ke konci tloušťkové přírůsty zhušťují. Hlavní snížení tloušťkového přírůstu lze pozorovat ve spodní části kmene. Tento stav je možné odvodit z postavení stromu na ploše, který rostl na okraji porostu a musel vydržet větší nápor na kmen vlivem nárazů bočního větru. Přizpůsobení se stromu proti nárazovému větru vedlo ke slabším přírůstům ve spodní části kmene.



Obr. 53. Postupný vývoj tvaru kmene (morfologické křivky) vzorníku č. 01

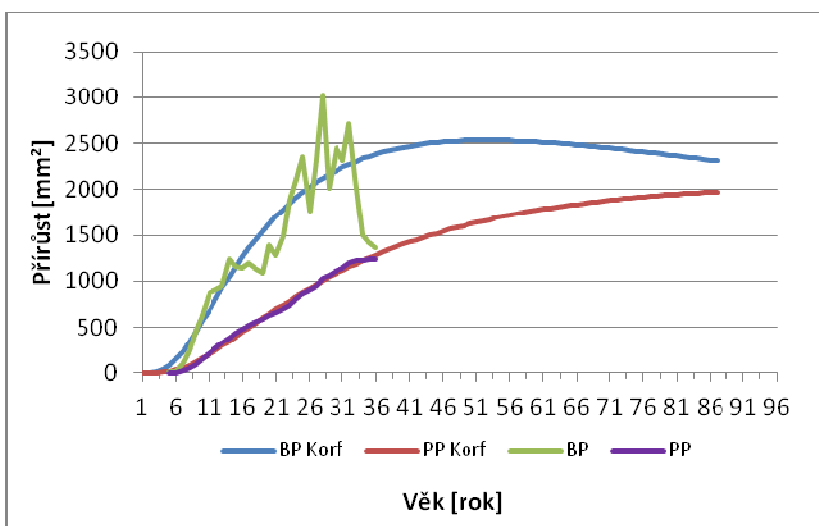
Vzorník č. 71. V roce 2010 byl na lokalitě K03 Majzlovka v porostu jedle obrovské pokácen vzorník, který dosahoval stáří 35 let. Po dokončení měření nařezaných kotoučů odebraných z kmene se provedlo vyhodnocení tloušťkového přírůstu (obr. 54).



Obr. 54. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst vzorníku č. 71

U běžného ročního tloušťkového přírůstu došlo ke kulminaci ve 12. roce na hodnotě 8,88 mm, průměrný roční přírůst kulminoval ve věku 30 let při 6,66 mm.

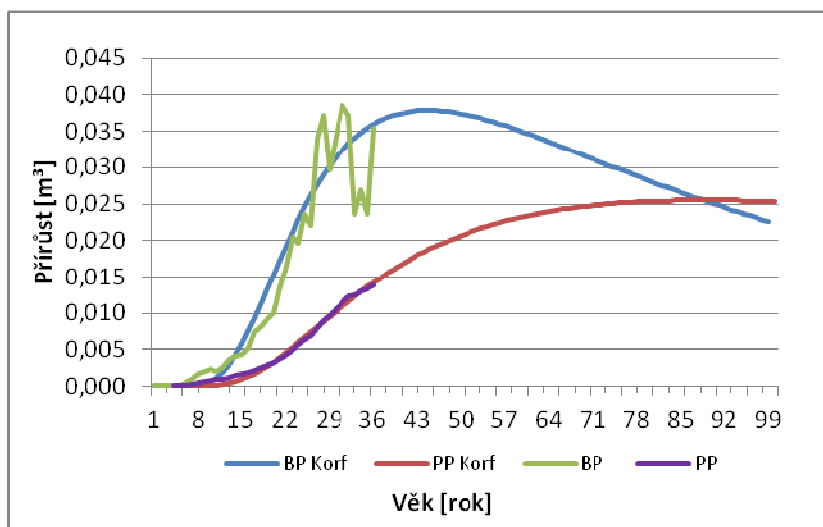
Při zjišťování průběhu běžného a průměrného ročního přírůstu kruhové základny (obr. 55) pomocí Korfovy funkce nebyl zjištěn bod maximálního průměrného ročního přírůstu, takže nebylo možno stanovit její kulminaci. Křivky se u průměrného přírůstu jeví jako nekonečně rostoucí, a to i při využití několika statistických softwarů.



Obr. 55. Běžný a průměrný roční přírůst kruhové základny vzorníku č. 71

U objemového přírůstu se kulminaci běžného a průměrného ročního přírůstu podařilo zaznamenat (obr. 56), když v prvním případě ve věku 44 let bylo dosaženo

maxima na hodnotě 0,0379 m<sup>3</sup> a ve druhém případě ve věku 89 let na hodnotě 0,0255 m<sup>3</sup>.



Obr. 56. Běžný a průměrný roční objemový přírůst vzorníku č. 71

Tvar kmene u vzorníku č. 71 je popsán tvarovými řadami, které jsou uvedeny v tabulce 29. Jeví se jako plnodřevný s malou sbíhavostí.

Tab. 29. Tvarové řady vzorníku č. 71

Pravá tvarová řada			Nepravá tvarová řada		
vzdálenost	$d_{0,i}$	$K_{0,i}$	vzdálenost	$d_{1,3}$	$K_{1,3}$
1,2	23,8	100 %	1,3	23	100 %
3,6	22,2	93 %			
6	20,6	87 %	6 (1/4)	20,6	90 %
8,4	18,6	78 %			
10,8	17,2	72 %	12 (1/2)	15,9	69 %
13,2	14,7	62 %			
15,6	12,3	52 %	18 (3/4)	9,7	42 %
18	9,7	41 %			
20,4	6,6	28 %	24 (1)	0,1	0 %
22,8	2,7	11 %			

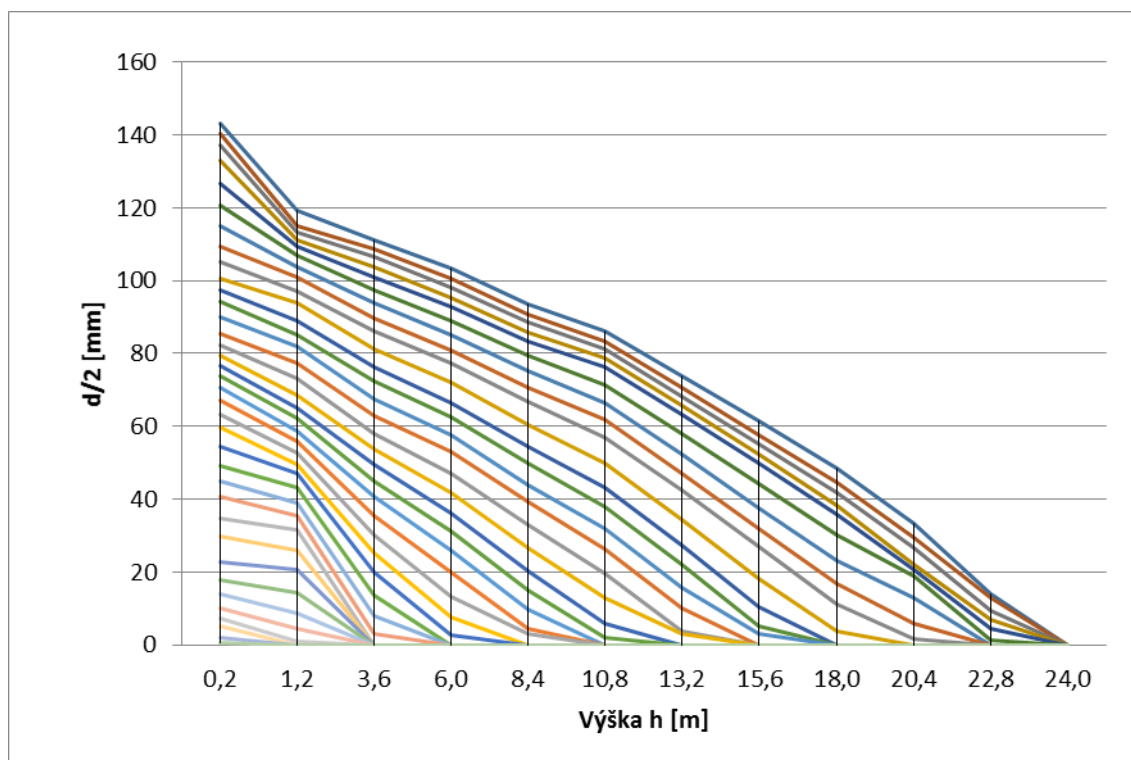
Ve vzdálenosti 1,2 až 18 m byl doložen mírný pokles tloušťky kmene, který se nepatrně zvýšil až na jeho konci. U vrcholu stromu se vždy projeví větší sbíhavost než v dolních částech kmene, což je způsobeno tím, že výškový přírůst v terminálu kulminuje dříve než tloušťkový.

Ideální tvar kmene dokazuje i štíhlostní kvocient, který má hodnotu odpovídající optimu. Hodnoty výtvarnic v tabulce 30 jsou oproti předchozím vzorníkům vyšší a dokládají, že kmen se více blíží ideálnímu válci.

Tab. 30. Štíhlostní kvocient, absolutní, pravá a nepravá výtvarnice kmene vzorníku č. 71

ŠK	98
$f_0$	0,36
$f_{0,1}$	0,51
$f_{1,3}$	0,55

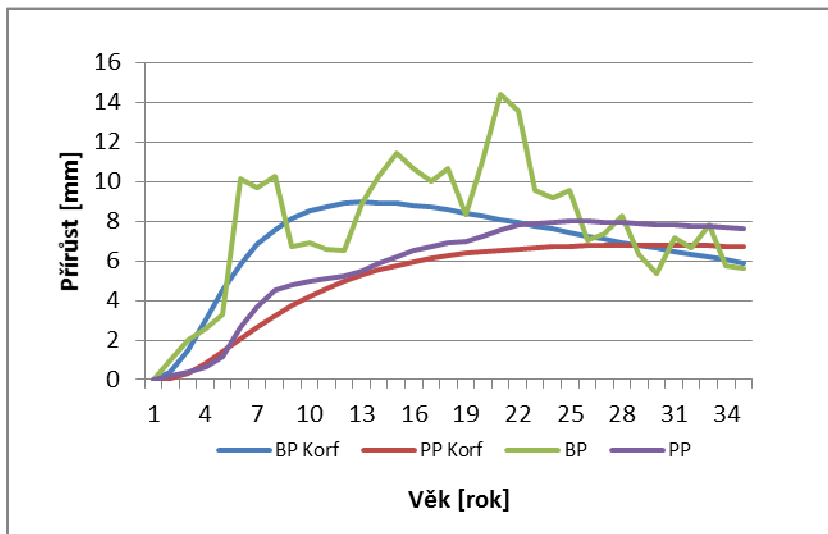
U grafického zobrazení vývoje tvaru kmene na obrázku 57 se nevyskytují žádné odchylky od normálního tvaru kmene. Pouze v posledních 4 letech byly zjištěny zhuštěné letokruhy, jinak se zdá být přírůst pravidelný. Ve výšce 8,4 m nastal mírný pokles tloušťky kmene, který se dorovnáva až v další sekci ve výšce 10,8 m.



Obr. 57. Postupný vývoj tvaru kmene (morfologické křivky) vzorníku č. 71

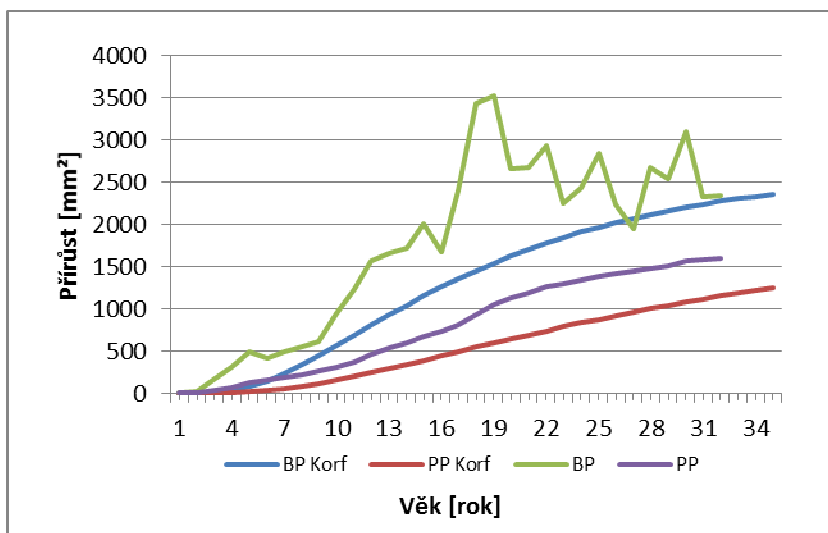
Vzorník č. 02. Vzorník z lokality Majzlovka (K03) se vyznačoval prudkými výkyvy v růstu. Tloušťkový přírůst se přesto podařilo vyrovnat, jak je zřejmé z obrázku 58. Běžný roční přírůst vrcholil ve 14 letech s hodnotou 8,94 mm. U průměrného

ročního přírůstu se dosáhlo maxima ve 31 letech, kdy přírůst kulminoval na hodnotě 7,16 mm.



Obr. 58. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst vzorníku č. 02

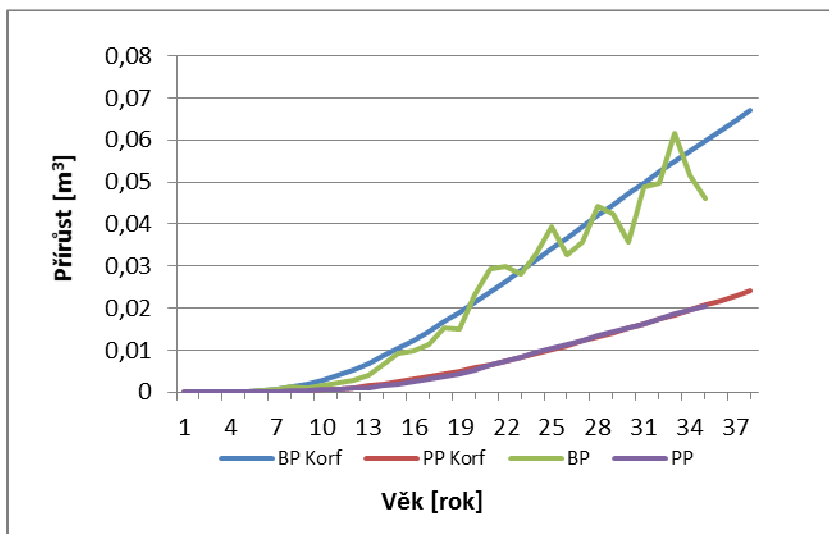
V dalších analýzách se nepodařilo naměřená data dobře vyrovnat, a tak se například u přírůstu kruhové základny kulminace neprojevila, jak je patrné z obrázku 59.



Obr. 59. Běžný a průměrný roční přírůst kruhové základny vzorníku č. 02

U analýzy objemu dokonce nenastal žádný zvrát v rychlosti růstu, přestože se zdá být vyrovnání Korfovou růstovou funkcí zdařilé (obr. 60). Zdá se, že nastal exponenciální růst jak u běžného, tak u průměrného ročního přírůstu.





Obr. 60. Běžný a průměrný roční objemový přírůst vzorníku č. 02

Podobně jako u vzorníku č. 71 se i tento vzorník v tvarových řadách příliš nelišil ve sbíhavosti kmene. Tvarové řady v tabulce 31 poukazují na pravidelné snižování tloušťky. Rozložení sbíhavosti je v pravé i nepravé řadě pozvolné, bez větších rozdílů.

Tab. 31. Tvarové řady vzorníku č. 02

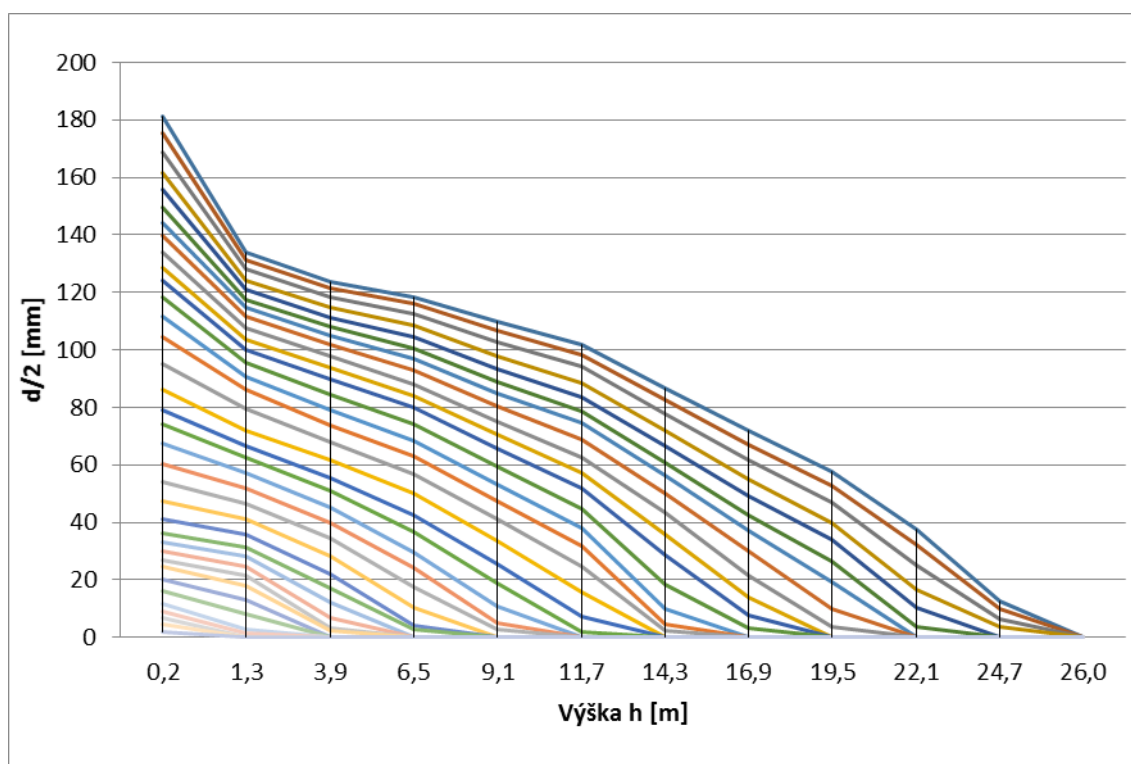
Pravá tvarová řada			Nepravá tvarová řada		
vzdálenost	$d_{0,i}$	$K_{0,i}$	vzdálenost	$d_{1,3}$	$K_{1,3}$
1,3	26,8	100 %	1,3	26,8	100 %
3,9	24,8	93 %			
6,5	23,7	88 %	6,5 (1/4)	23,7	88 %
9,1	22,0	82 %			
11,7	20,3	76 %	13 (1/2)	18,3	68 %
14,3	17,4	65 %			
16,9	14,4	54 %	19,5 (3/4)	11,5	43 %
19,5	11,5	43 %			
22,1	7,5	28 %	26 (1)	0,1	0 %
24,7	2,5	9 %			

U štíhlostního kvocientu je sice hodnota nižší než u předchozího vzorníku, přesto ještě spadá do optimálního poměru (tab. 32). Hodnota absolutní výtvarnice signalizuje větší kořenové náběhy, než tomu bylo u minulých vzorníků. U ostatních dvou výtvarnic jsou hodnoty srovnatelné, kdy nepravá výtvarnice je dokonce podobná se vzorníkem č. 71, kde má hodnotu 0,55.

Tab. 32. Štíhlostní kvocient, absolutní, pravá a nepravá výtvarnice kmene vzorníku č. 02

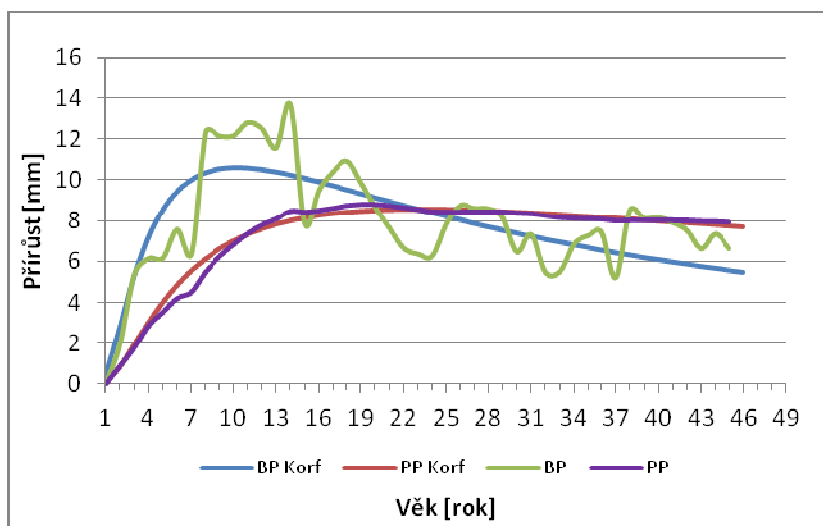
ŠK	91
$f_0$	0,29
$f_{0,1}$	0,48
$f_{1,3}$	0,54

Jak již bylo řečeno, je z předešlých údajů i morfologických křivek (obr. 61) patrný vliv kořenových náběhů na sbíhavost kmene u paty stromu. V dalších částech stromu je tvar kmene optimálně stejnoměrně rozložen (ideální kmen). V případě hustoty přírůstků je patrné zhuštění právě u paty stromu z důvodu náběhů, jinak lze pokládat celkový rozestup letokruhů za pravidelný.



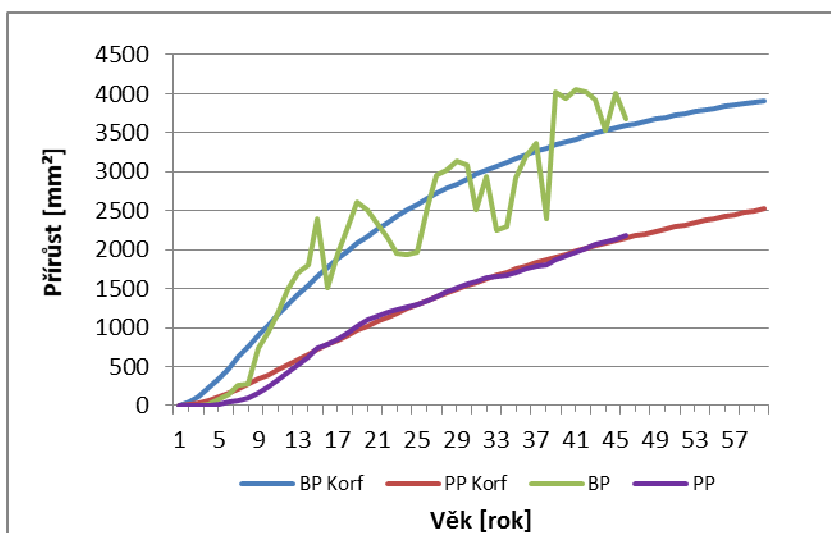
Obr. 61. Postupný vývoj tvaru kmene (morfologické křivky) vzorníku č. 02

Vzorník č. 40. Vzorník na výzkumné ploše K02 Svatbín dosahoval v roce 2010 věku 45 let. Tloušťkový přírůstek vzorníku je zobrazen na obrázku 62. Výsledky modelování běžného ročního tloušťkového přírůstu ukázaly jeho nejvyšší hodnotu v 10 letech (10,61 mm), u průměrného ročního tloušťkového přírůstu pak byla nejvyšší hodnota (8,45 mm) dosažena ve 24 letech.



Obr. 62. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst vzorníku č. 40

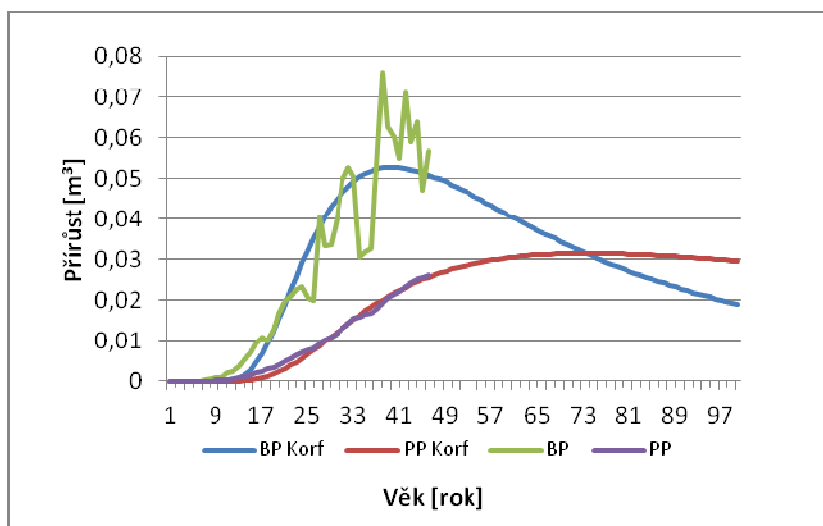
Z hlediska přírůstu kruhové základny se pokus o vyrovnání nezdařil (obr. 63) a nelze tedy určit kulminace obou přírůstů, přestože proložení vyrovnávacích křivek se zdá být přesné.



Obr. 63. Běžný a průměrný přírůst kruhové základny vzorníku č. 40

Postup růstu nenaznačuje, že by docházelo k velkému snižování přírůstu během celé doby vývoje. Nicméně tendence u běžného a průměrného ročního přírůstu nemají tak strmý nárůst jako tomu bylo v mladším věku.

Graf objemového přírůstu na obrázku 64 reflektuje kulminaci běžného ročního přírůstu ve věku 41 let na hodnotě  $0,053 \text{ m}^3$ . Kulminace průměrného ročního objemového přírůstu byla podle nejvyšší hodnoty objemu  $0,031 \text{ m}^3$  dosažena ve věku 74 let.



Obr. 64. Běžný a průměrný roční objemový přírůst vzorníku č. 40

O tvárnosti kmene lze podle tvarových řad ( tab. 33) říci, že se vyskytují na stromě určité větší rozdíly, které jsou zaznamenány ve výšce mezi 4,2 a 7,0 m a další mezi 15,4 a 18,2 m.

Tab. 33. Tvarové řady vzorníku č. 40

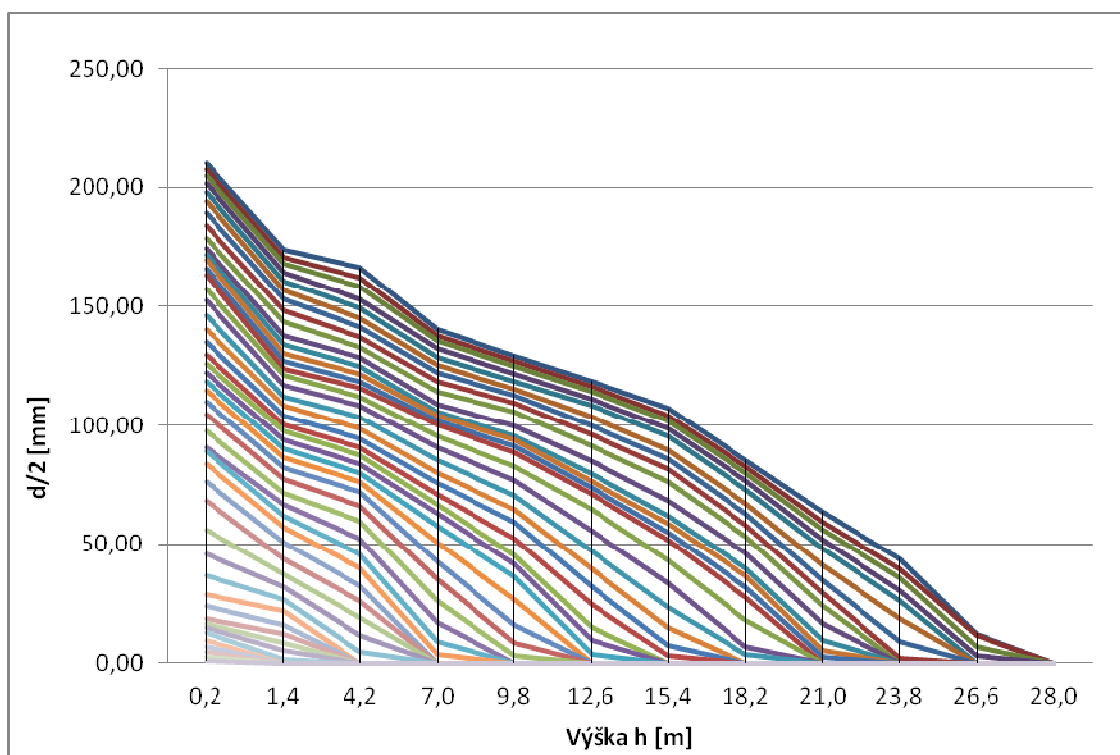
Pravá tvarová řada			Nepravá tvarová řada		
vzdálenost	$d_{0,i}$	$K_{0,i}$	vzdálenost	$d_{1,3}$	$K_{1,3}$
1,4	34,8	100 %	1,3	35,7	100 %
4,2	33,3	96 %			
7	28,1	81 %	7 (1/4)	28,1	79 %
9,8	25,8	74 %			
12,6	23,7	68 %	14 (1/2)	22,5	63 %
15,4	21,4	61 %			
18,2	17,1	49 %	21 (3/4)	12,7	36 %
21	12,7	36 %			
23,8	8,6	25 %	27,7 (1)	0,1	0 %
26,6	2,5	7 %			

Z hlediska štíhlostního kvocientu (tab. 34) je kmen pod optimální hodnotou a blíží se spíše uvolněnému stromu až soliteře. U výtvarnic vzorníku č. 40 se hodnota od ostatních vzorníků výrazně neliší. Hodnota nepravé výtvarnice je pouze o dvě desetiny pod hranicí poloviny objemu ideálního válce.

Tab. 34. Štíhlostní kvocient, absolutní, pravá a nepravá výtvarnice kmene vzorníku č. 40

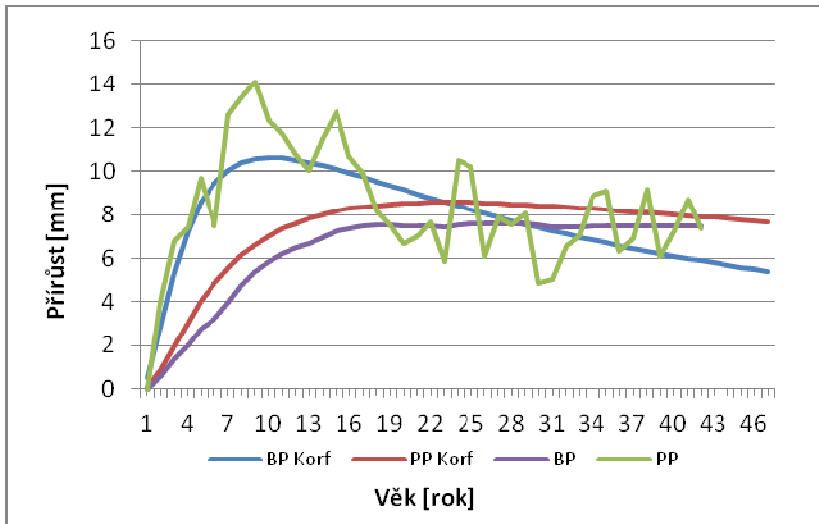
ŠK	73
$f_0$	0,34
$f_{0,1}$	0,44
$f_{1,3}$	0,48

Odchyšky v postupném poklesu tloušťky jsou dobře patrné z grafického znázornění morfologických křivek (obr. 65). Znovu se ukazuje, že ve výšce 4,2 m došlo u vzorníku k větší tloušťce ve srovnání se spodní sekci. Tento trend byl v literatuře již mnohokrát popsán. Téměř v polovině kmene ve výšce 15,4 m se začal projevovat vyšší pokles tlouštěk. Hustota letokruhů je ve spodní části kmene intenzivnější, přičemž je patrné, že se jejich šířka zužila ve dvou etapách v cca 30 a 40 letech.



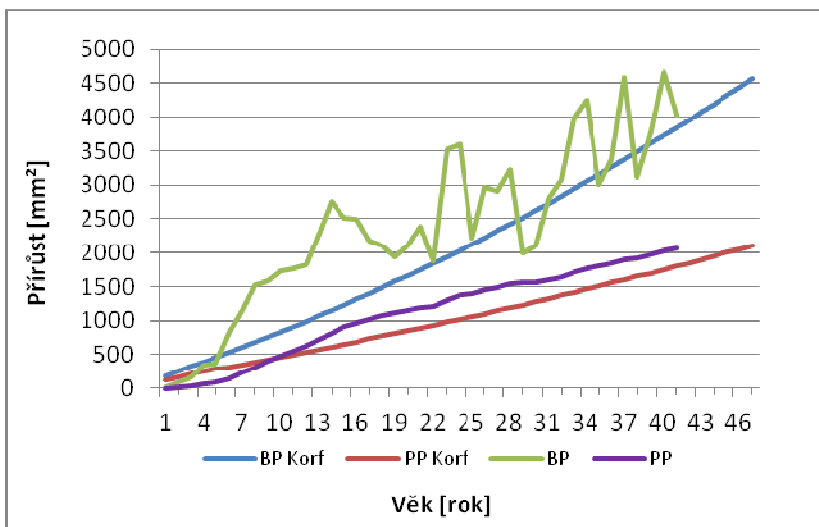
Obr. 65. Postupný vývoj tvaru kmene (morfologické křivky) vzorníku č. 40

Vzorník č. 03. Při modelování tloušťkového přírůstu vzorníku, který je zachycen na obrázku 66, se kulminace zastavila u běžného ročního přírůstu v 10 letech na hodnotě 10,62 mm. Nejvyšší hodnota průměrného ročního přírůstu (8,58 mm) byla dosažena ve věku 23 let.



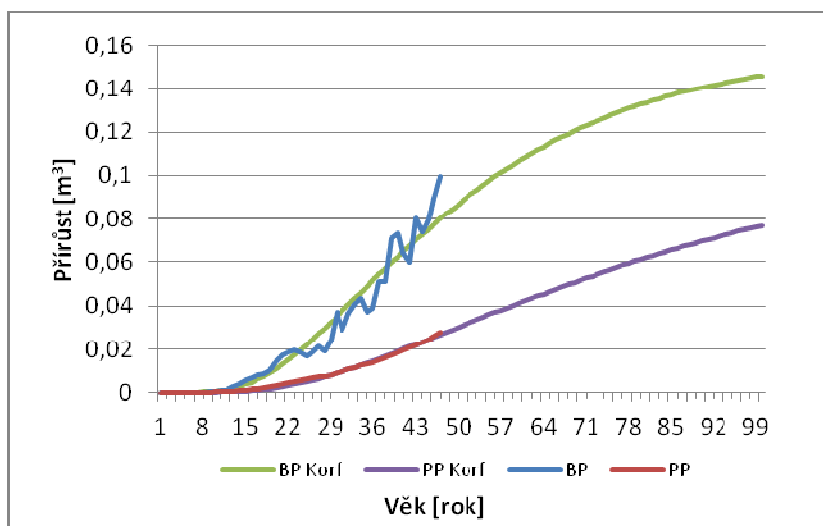
Obr. 66. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst vzorníku č. 03

U přírůstu kruhové základny se nepodařilo stanovit kulminaci, kdy křivky mají spíše exponenciální průběh (obr. 67).



Obr. 67. Běžný a průměrný roční přírůst kruhové základny vzorníku č. 03

Obdobná situace nastala i u objemového přírůstu s tím rozdílem, že zde trend exponenciálního růstu křivky není jednoznačný (obr. 68). Přes dobré proložení vyrovnávací křivky s naměřenými údaji se nepodařilo určit kulminaci běžného a průměrného ročního přírůstu, protože u nich nenastal bod zlomu.



Obr. 68. Běžný a průměrný roční objemový přírůst vzorníku č. 03

Kmen vzorníku je podle tvarových řad (tab. 35) ve spodní části sbíhavější. Tato skutečnost signalizuje, že se u něj vytvořily silnější kořenové náběhy. V ostatních částech kmene probíhá pokles tloušťky v pravidelných odstupech.

Tab. 35. Tvarové řady vzorníku č. 03

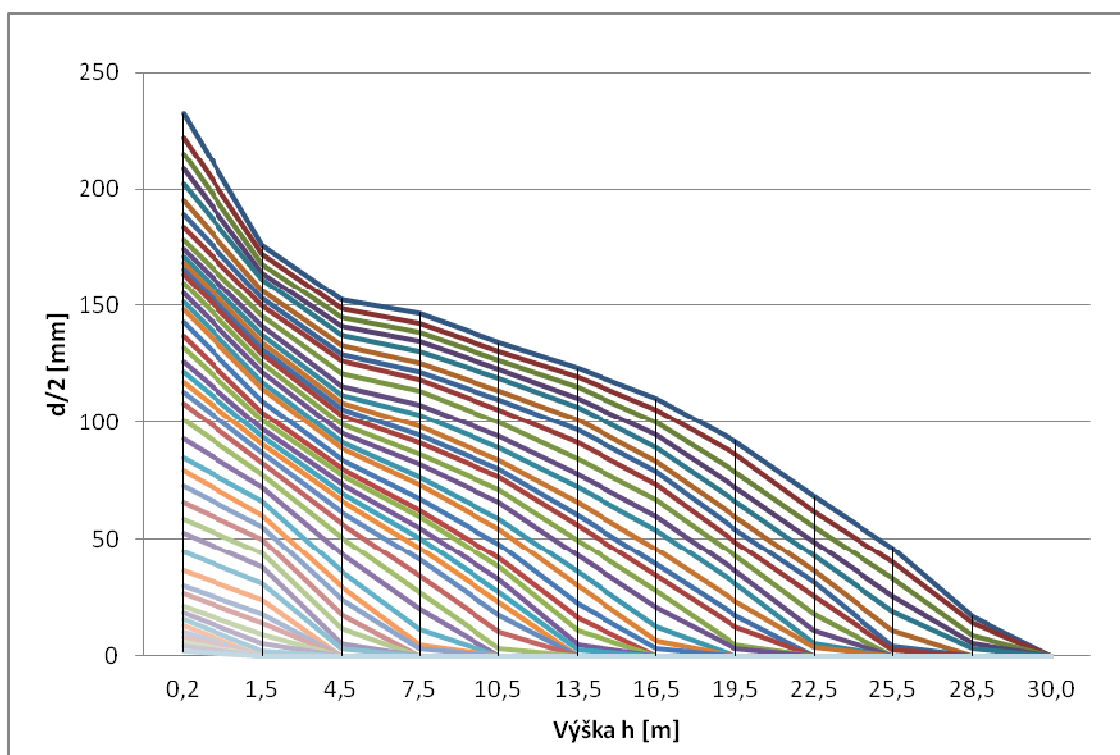
Pravá tvarová řada			Nepravá tvarová řada		
vzdálenost	$d_{0,i}$	$K_{0,i}$	vzdálenost	$d_{1,3}$	$K_{1,3}$
1,5	35,2	100 %	1,3	35,6	100 %
4,5	30,6	87 %			
7,5	29,4	84 %	7,5 (1/4)	29,5	83 %
10,5	26,8	76 %			
13,5	24,7	70 %	15 (1/2)	23,3	65 %
16,5	22,0	63 %			
19,5	18,4	52 %	22,5 (3/4)	13,6	38 %
22,5	13,6	39 %			
25,5	9,2	26 %	28 (1)	0,1	0 %
28,5	3,4	10 %			

Štíhlostní kvocient (tab. 36) se nachází na dolní hranici optima, kdy se projevuje podobná situace jako u předchozího vzorníku. Obdobně jsou na tom i výtvarnice, u kterých se negativně projevilo snížení hodnot v souvislosti s velkou sbíhavostí ve spodní části kmene.

Tab. 36. Štíhlostní kvocient, absolutní, pravá a nepravá výtvarnice kmene vzorníku č. 03

ŠK	81
$f_0$	0,38
$f_{0,1}$	0,44
$f_{1,3}$	0,46

Morfologické křivky vzorníku č. 03 jsou patrné z obrázku 69. Z grafu je zřejmé, že vytvoření mohutnějších náběhů způsobilo větší sbíhavost kmene v jeho spodní části. V této části vzorníku je vidět i vyšší hustota letokruhů v druhé polovině vývoje stromu. V dalších partiích stromu jsou patrné pravidelné rozestupy letokruhů i postupný pokles tloušťek kmene.

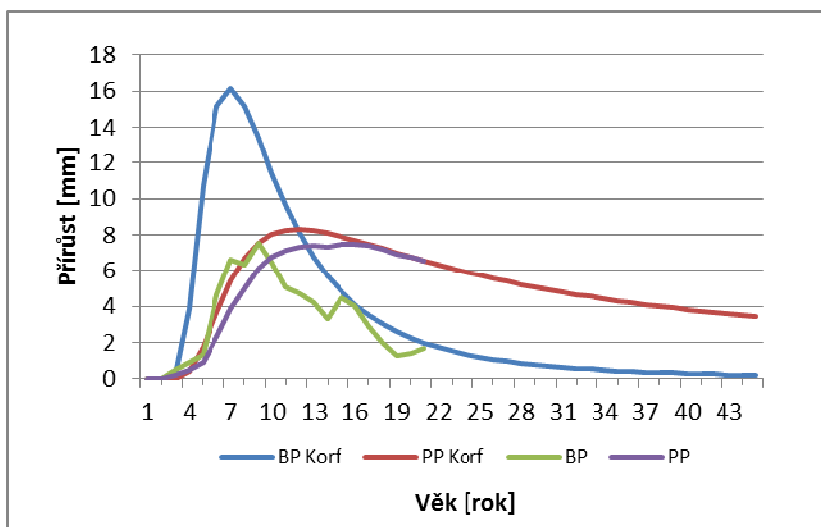


Obr. 69. Postupný vývoj tvaru kmene (morfologické křivky) vzorníku č. 03

### 5.2.2 Žďár nad Sázavou

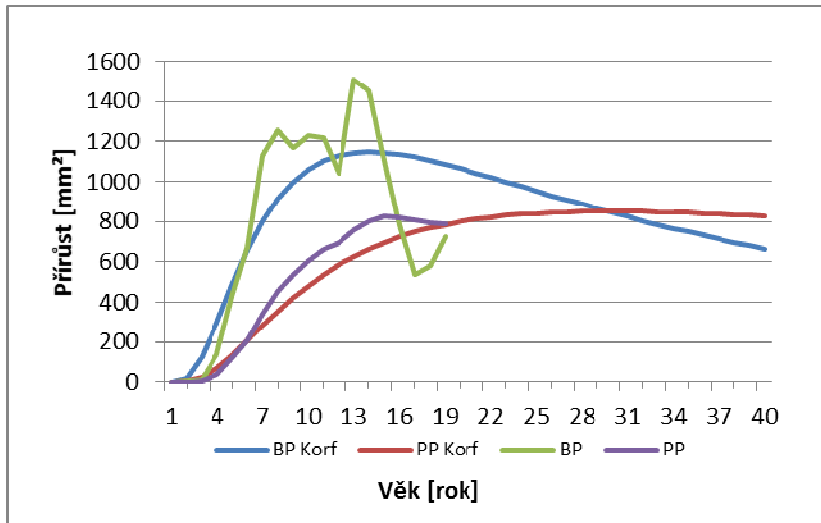
Vzorník Z I. Na lokalitě Z01 (porost 158 B 2d) byl vyhodnocen tloušťkový přírůst vzorníku (obr. 70), kde nejvyšší hodnota běžného ročního přírůstu kulminovala na 15,17 mm ve věku 8 let. U průměrného tloušťkového ročního přírůstu se pohybovala na hodnotě 8,32 mm ve věku 12 let. V porovnání s tloušťkovými přírůsty u předchozích vzorníků nastalo u obou přírůstů vyvrcholení dřívě a stoupání křivky bylo prudší.





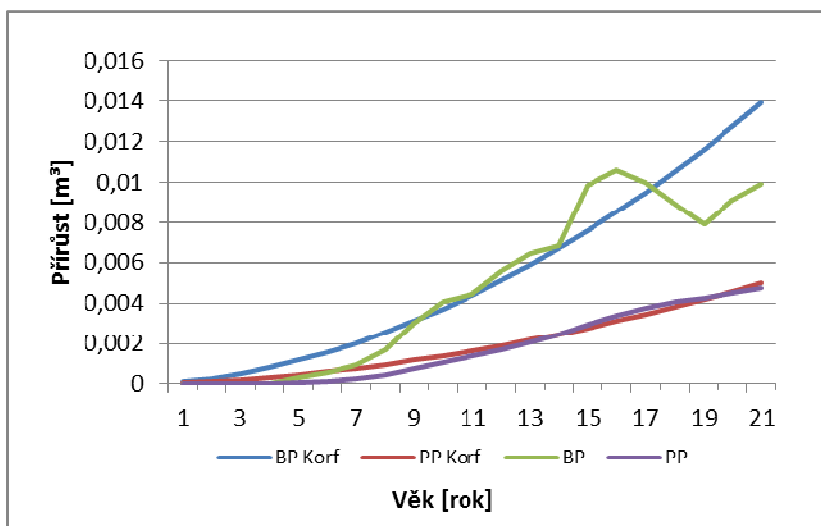
Obr. 70. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst vzorníku Z I. na lokalitě Z01

Běžný roční přírůst kruhové základny (obr. 71) kulminoval ve věku 14 let na hodnotě 1145 mm<sup>2</sup>. Průměrný roční přírůst kruhové základny kulminoval na hodnotě 850 mm<sup>2</sup> ve věku 30 let.



Obr. 71. Běžný a průměrný roční přírůst kruhové základny vzorníku Z I. na lokalitě Z01

U objemu (obr. 72) se nepodařilo zjistit kulminace obou přírůstů, i když je z empirických dat běžného ročního přírůstu zastavení nárůstu patrné.



Obr. 72. Běžný a průměrný roční objemový přírůst vzorníku Z I. na lokalitě Z01

Tvárnost kmene u takto mladých vzorníků neovlivňují kořenové náběhy, takže nedochází k výraznému ovlivnění tvarových řad (tab. 37). V pravidelných vzdálenostech se postupně snižuje tloušťkový podíl, který se mezi jednotlivými sekcemi příliš neliší.

Tab. 37. Tvarové řady vzorníku Z I. na lokalitě Z01

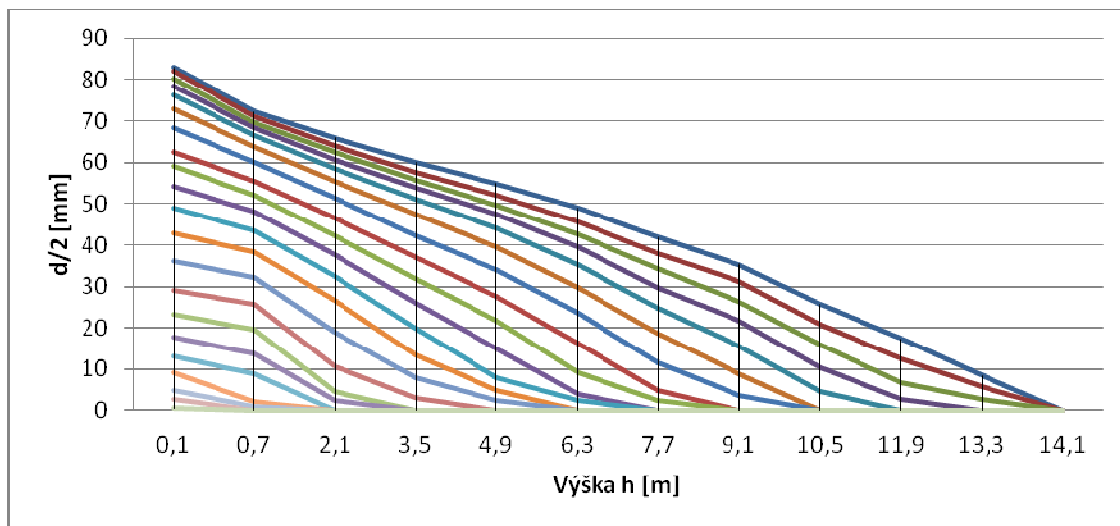
Pravá tvarová řada			Nepravá tvarová řada			
vzdálenost	$d_{0,i}$	$K_{0,i}$	vzdálenost	$d_{1,3}$	$K_{1,3}$	
	0,7	14,4	100 %	1,3	13,8	100 %
	2,11	13,2	92 %			
	3,52	12,0	83 %	3,5 (1/4)	12	87 %
	4,93	11,0	76 %			
	6,34	9,8	68 %	7 (1/2)	9,1	66 %
	7,75	8,4	58 %			
	9,16	7,1	49 %	10,6 (3/4)	5,1	37 %
	10,57	5,1	35 %			
	11,98	3,5	24 %	14,1 (1)	0,1	1 %
	13,39	1,7	12 %			

Štíhlostní kvocient (tab. 38) se blíží ideální hodnotě a i výtvarnice ukazují na pravidelné rozložení přírůstů ve spodní části kmene.

Tab. 38. Štíhlostní kvocient, absolutní, pravá a nepravá výtvarnice kmene vzorníku Z I. na lokalitě Z01

$\bar{SK}$	97
$f_0$	0,37
$f_{0,1}$	0,46
$f_{1,3}$	0,52

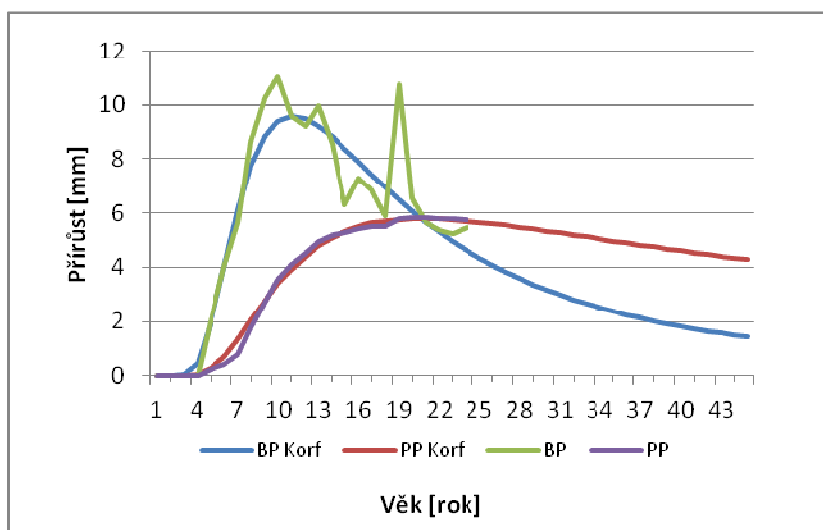
Z grafického zobrazení na obrázku 73 je patrná sbíhavost kmene a pravidelná hustota letokruhů.



Obr. 73. Postupný vývoj tvaru kmene (morfologické křivky) vzorníku Z I. na lokalitě Z01

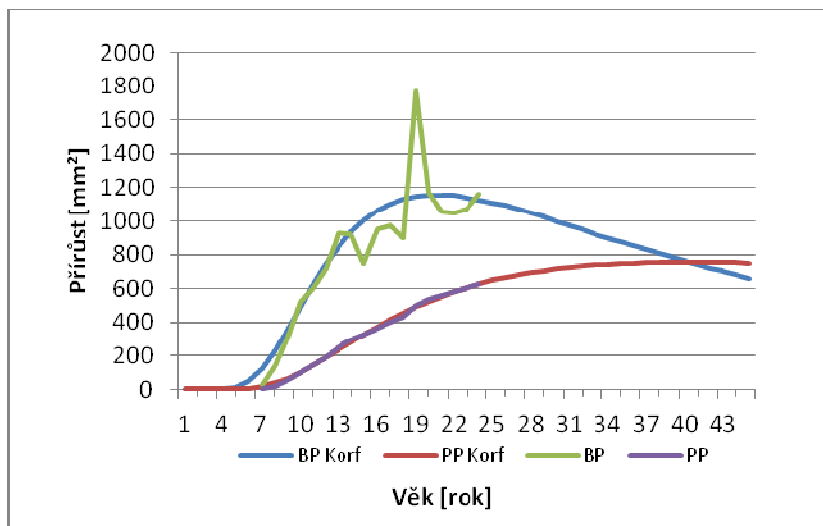
Vzorník Z II. Na ploše Z02 (porost 158 D 2b) je u vzorníku tloušťkový přírůst o poznání pomalejší. Přitom podmínky lze považovat za podobné, neboť porosty od sebe nejsou příliš vzdáleny a zakládání i následná výchova byly prováděny stejným způsobem.

Z obrázku 74 vyplývá, že ke kulminaci u běžného ročního tloušťkového přírůstu došlo ve věku 11 let při hodnotě 9,59 mm. Průměrný roční přírůst měl nejvyšší hodnotu 5,80 mm, kdy byl věk vzorníku 21 let.



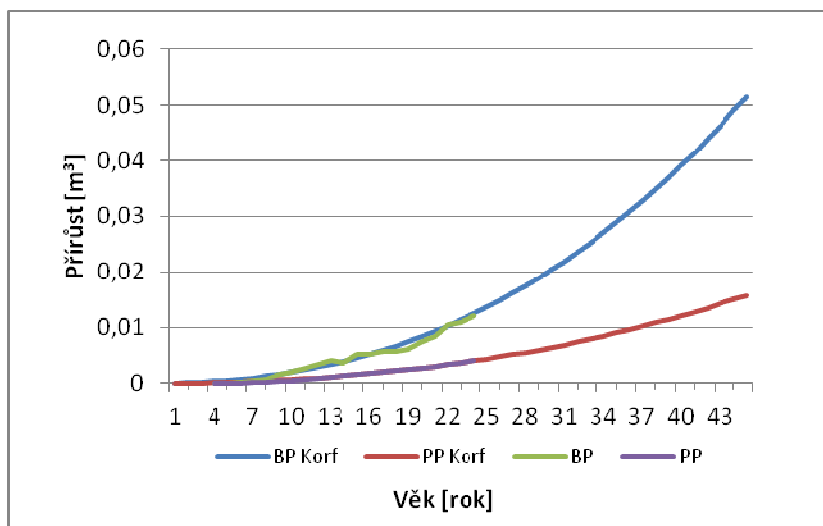
Obr. 74. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst vzorníku Z II. na lokalitě Z02

Běžný roční přírůst kruhové základny po vyrovnání Korfovou funkcí kulminoval ve věku 21 let na hodnotě 1156 mm<sup>2</sup> (obr. 75). V případě průměrného ročního přírůstu se kulminace dostavila ve 40 letech s hodnotou 755 mm<sup>2</sup>.



Obr. 75. Běžný a průměrný roční přírůst kruhové základny vzorníku Z II. na lokalitě Z02

U zjištěného objemového přírůstu (obr. 76) prozatím dosáhly křivky běžného a průměrného ročního přírůstu maxima hodnot 0,012 a 0,004 m<sup>3</sup>. Kulminace objemového přírůstu v tomto případě ještě nenastala.



Obr. 76. Běžný a průměrný roční objemový přírůst vzorníku Z II. na lokalitě Z02

Podle tvarových řad (tab. 39) se u vzorníku vyskytla menší sbíhavost v dolní části kmene, v dalších částech byly v porovnání se vzorníkem Z I. sbíhavost i šířky letokruhů srovnatelné.

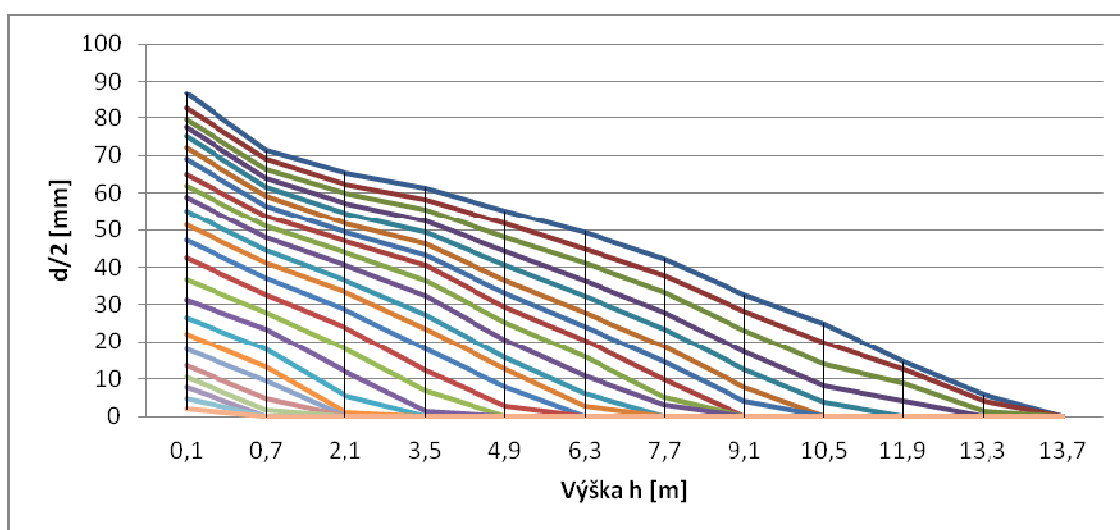
Tab. 39. Tvarové řady vzorníku Z II. na lokalitě Z02

Pravá tvarová řada			Nepravá tvarová řada		
vzdálenost	$d_{0,i}$	$K_{0,i}$	vzdálenost	$d_{1,3}$	$K_{1,3}$
0,41	10,8	100 %	1,3	8,8	100 %
1,23	8,9	82 %			
2,05	8,2	76 %	2 (1/4)	8,2	93 %
2,87	7,2	67 %			
3,69	6,6	61 %	4,1 (1/2)	6,1	69 %
4,51	5,6	52 %			
5,33	4,4	41 %	6,1 (3/4)	3,3	38 %
6,15	3,3	31 %			
6,97	2,1	19 %	8,2 (1)	0,1	1 %
7,79	0,8	7 %			

Podle štíhlostního kvocientu v tabulce 40 je vzorník ve spodní hranici optima, ale inklinuje pravděpodobně k vytváření větší plnodřevnosti. Z výtvarnic lze konstatovat, že kmen je v poměru k ideálnímu válci na 36 u absolutní výtvarnice, na 48 % u pravé výtvarnice a na 54 u nepravé výtvarnice.

Tab. 40. Štíhlostní kvocient, absolutní, pravá a nepravá výtvarnice kmene vzorníku Z II. na lokalitě Z02

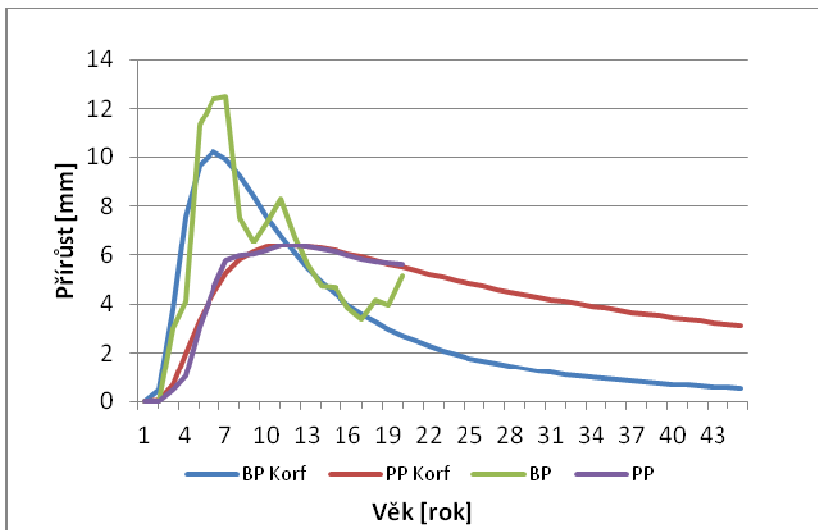
$\bar{SK}$	87
$f_0$	0,36
$f_{0,1}$	0,48
$f_{1,3}$	0,54



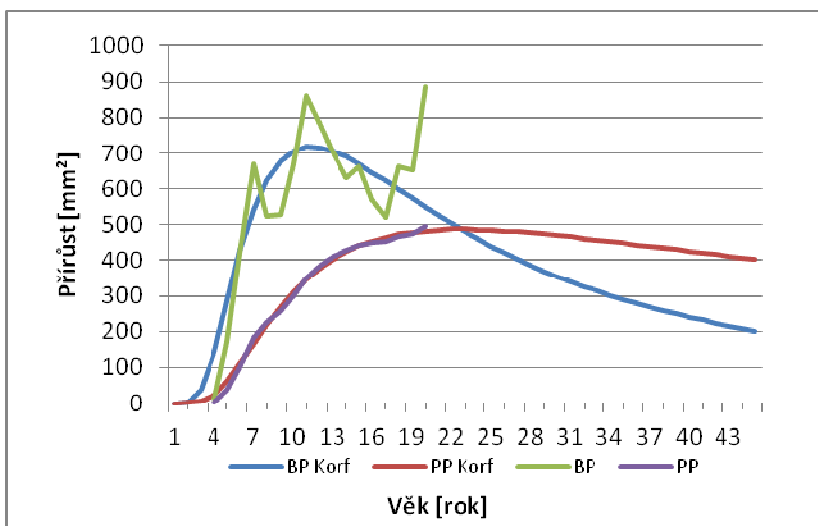
Obr. 77. Postupný vývoj tvaru kmene (morfologické křivky) vzorníku Z II. na lokalitě Z02

Při pohledu na obrázek 77, kde jsou zobrazeny morfologické křivky vzorníku Z II., se ve spodní části kmene projevila větší sbíhavost než na jiných částech vzorníku. I šířka letokruhů je menší v této části v posledních 8 letech než v ostatních partiích vzorníku.

Vzorník Z III. Nadprůměrné růstové parametry vzorníku Z III. vytěženého na výzkumné ploše Z03 se projeví v kulminacích tloušťkového přírůstu (obr. 78), kdy běžný roční přírůst vyvrcholil v 6 letech s hodnotou 10,22 mm a průměrný roční přírůst ve 12 letech (6,40 mm). Kulminace obou přírůstů tedy nastaly poměrně brzy. Rychlý růst vzorníku rovněž dokládá strmost křivky běžného ročního přírůstu.



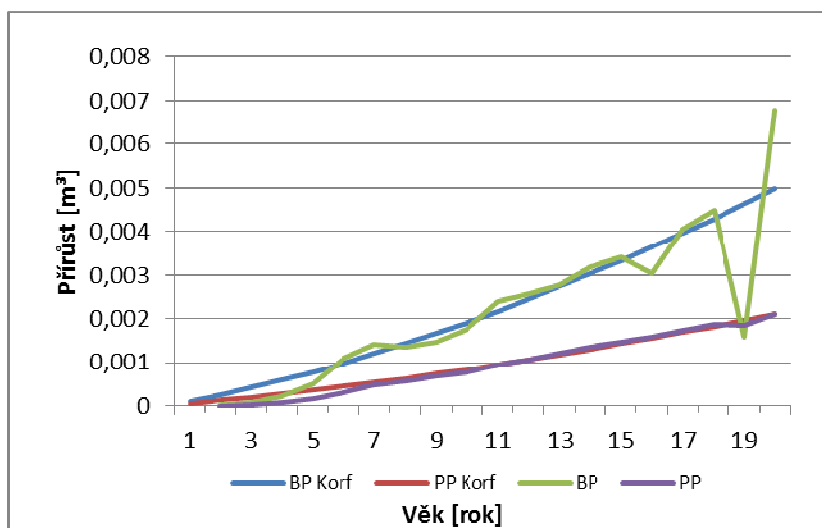
Obr. 78. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst vzorníku Z III. na lokalitě Z03



Obr. 79. Běžný a průměrný roční přírůst kruhové základny vzorníku Z III. na lokalitě Z03

Na obrázku 79 je znázorněn přírůst kruhové základny. Trend je podobný jako u tloušťkového přírůstu. Kulminace běžného ročního přírůstu nastala ve věku 11 let na 718 mm<sup>2</sup>, kulminace průměrného ročního přírůstu ve věku 23 let na hodnotě 487 mm<sup>2</sup>.

Na grafu objemového přírůstu (obr. 80) se vyrovnávací křivky se skutečnými přírůsty shodují, pouze v posledních dvou letech byly zaznamenány větší rozdíly. Vývoj přírůstu je poměrně pravidelný a nenaznačuje, že by v brzké době měla nastat stagnace.



Obr. 80. Běžný a průměrný objemový přírůst vzorníku Z III. na lokalitě Z03

Tvárnost kmene je procenticky vyjádřena v tvarových řadách, které mají stabilní pokles tlouštěk kmene od paty až po jeho vrchol (tab. 41). V horní části kmene se rozdíly zvětšují, což je u vrcholku stromu obvyklé.

Tab. 41. Tvarové řady vzorníku Z III. na lokalitě Z03

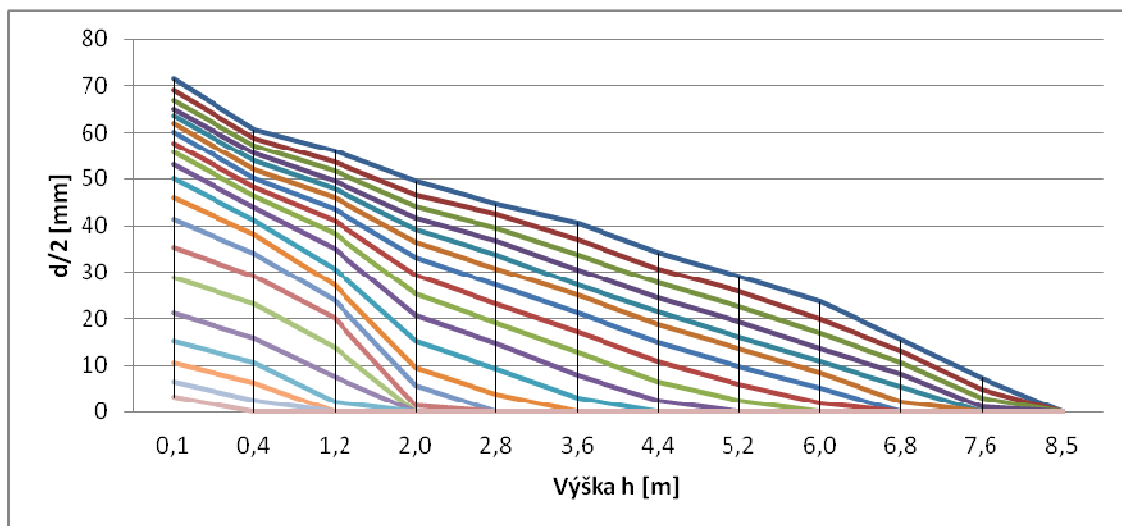
Pravá tvarová řada			Nepravá tvarová řada		
vzdálenost	$d_{0,i}$	$K_{0,i}$	vzdálenost	$d_{1,3}$	$K_{1,3}$
0,42	12,1	100 %	1,3	11,3	100 %
1,27	11,2	93 %			
2,12	9,9	82 %	2,1 (1/4)	9,9	88 %
2,97	8,9	74 %			
3,82	8,1	67 %	4,3 (1/2)	7,4	65 %
4,67	6,8	56 %			
5,52	5,8	48 %	6,4 (3/4)	4,7	42 %
6,37	4,7	39 %			
7,22	3,1	26 %	8,5 (1)	0,1	1 %
8,07	1,5	12 %			

Štíhlostní kvocient ukazuje na převahu tloušťky, která značí, že kmen má těžiště posazené níže, a proto je strom v porostu stabilnější. V tabulce 42 jsou i hodnoty výtvarnic, ze kterých je zřejmé, že spodní část kmene je sbíhavější než následující části.

Tab. 42. Štíhlostní kvocient, absolutní, pravá a nepravá výtvarnice kmene vzorníku Z III. na lokalitě Z03

ŠK	71
$f_0$	0,29
$f_{0,1}$	0,43
$f_{1,3}$	0,48

Popsané informace jsou vyjádřeny v morfologických křivkách vzorníku zachycených na obrázku 81.



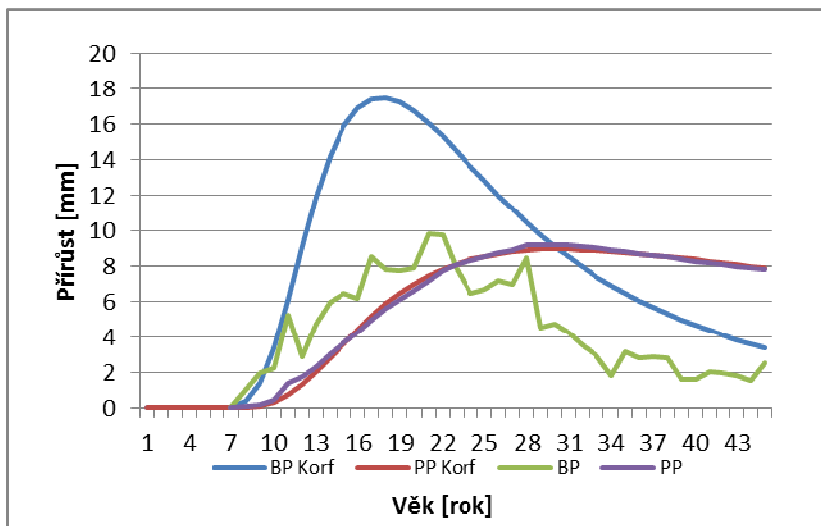
Obr. 81. Postupný vývoj tvaru kmene (morfologické křivky) vzorníku Z III. na lokalitě Z03

Zvýšená sbíhavost kmene a zhuštění letokruhů v posledních 8 letech je zřetelně vidět ve spodní části stromu. Ostatní části vzorníku mají šířku letokruhů a sbíhavost pravidelnou.

### 5.2.3 Kynšperk nad Ohří

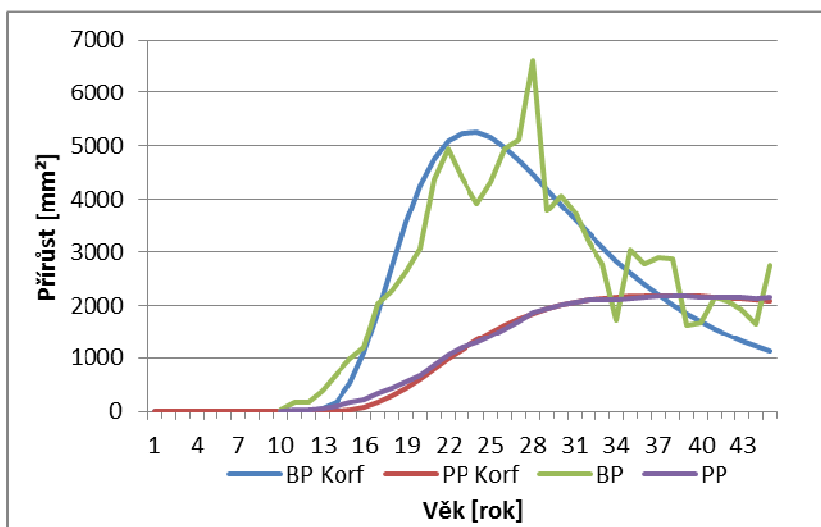
Vzorník K.I. Nejvyšší hodnota běžného ročního tloušťkového přírůstu (obr. 82) dosáhla 17,51 mm ve věku 18 let, průměrný roční tloušťkový přírůst pak kulminoval na hodnotě 8,95 mm ve věku 31 let.





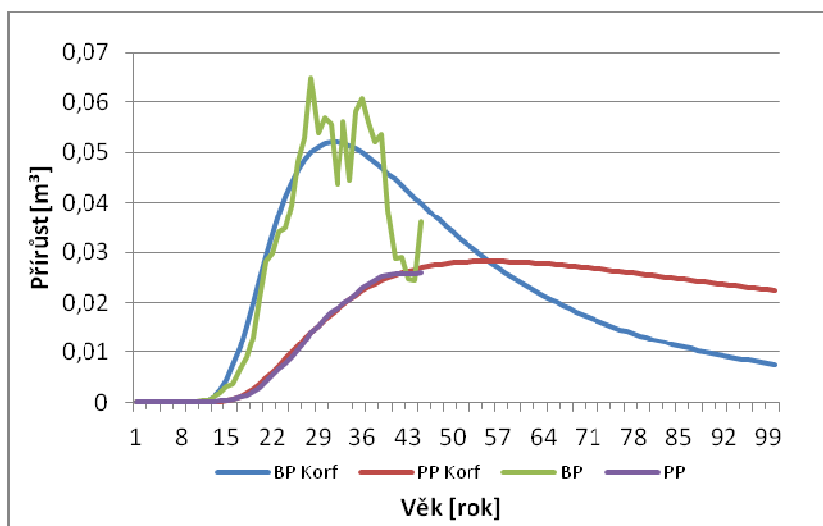
Obr. 82. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst vzorníku K I. na lokalitě KO01

Graf na obrázku 83 znázorňuje přírůst kruhové základny, kde při vyrovnání běžného ročního přírůstu dochází ke kulminaci ve věku 24 let na hodnotě 5255 mm<sup>2</sup>. Průměrný roční přírůst kulminoval při nejvyšší hodnotě 2188 mm<sup>2</sup> ve věku 37 let.



Obr. 83. Běžný a průměrný roční přírůst kruhové základny vzorníku K I. na lokalitě KO01

Proložení vyrovnávacích křivek u běžného a průměrného ročního objemového přírůstu na obrázku 84 ukazuje, že shodně kopírují empirické hodnoty. Nejvyšší hodnota běžného ročního přírůstu (0,052 m<sup>3</sup>) nastala ve 32 letech. U průměrného ročního přírůstu je patrná jeho stagnace, přesto u něj bylo na rozdíl od předchozích vzorníků díky vyššímu věku možné určit bod kulminace 0,028 m<sup>3</sup> ve věku 56 let.



Obr. 84. Běžný a průměrný roční objemový přírůst vzorníku K I. na lokalitě KO01

Ve 45 letech se u vzorníku s rozměry okolo 35 cm tloušťky a 28 m výšky projeví v tvarových řadách kořenové náběhy, které zvyšují sbíhavost ve spodní části kmene (tab. 43). V ostatních částech se jednalo o pravidelný pokles tloušťky.

Tab. 43. Tvarové řady vzorníku K I. na lokalitě KO01

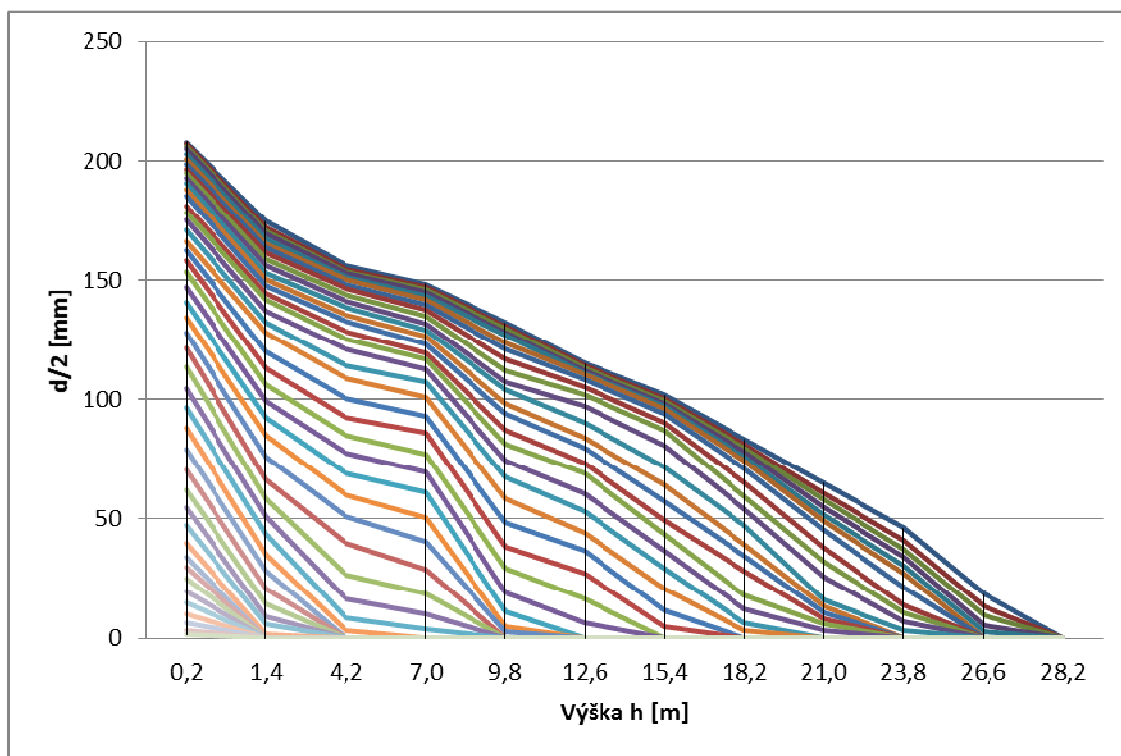
Pravá tvarová řada			Nepravá tvarová řada			
vzdálenost	$d_{0,i}$	$K_{0,i}$	vzdálenost	$d_{1,3}$	$K_{1,3}$	
	1,41	34,9	100 %	1,3	35,1	100 %
	4,23	31,2	89 %			
	7,05	29,6	85 %	7 (1/4)	29,6	84 %
	9,87	26,4	76 %			
	12,69	23,0	66 %	14,1 (1/2)	21,7	62 %
	15,51	20,4	58 %			
	18,33	16,7	48 %	21,1 (3/4)	13	37 %
	21,15	13,0	37 %			
	23,97	9,2	26 %	28,2 (1)	0,1	0 %
	26,79	3,4	10 %			

Větší výčetní tloušťka ovlivnila i štíhlostní kvocient (tab. 44), který klesl pod hranici optimálního tvaru kmene. Mohutnější spodní část kmene snížila též hodnoty výtvarnic, což je patrné i u nepravé výtvarnice.

Postavení stromu v porostu ovlivňuje i morfologické křivky, které jsou zachyceny na obrázku 85. Z grafu je zřejmé, že rozpětí mezi letokruhy se v posledních 10 letech snížilo. Silnější spodní část má větší sbíhavost než střední část kmene.

Tab. 44. Štíhlostní kvocient, absolutní, pravá a nepravá výtvarnice kmene vzorníku K I. na lokalitě KO01

ŠK	77
$f_0$	0,31
$f_{0,1}$	0,40
$f_{1,3}$	0,44



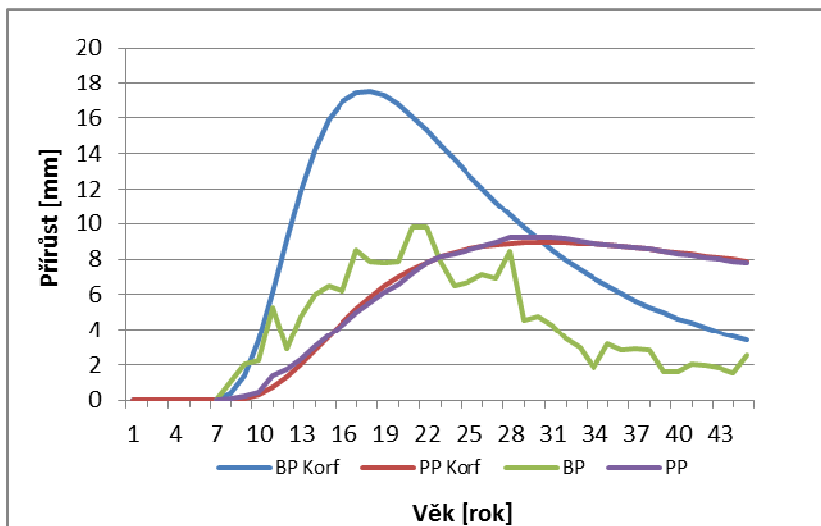
Obr. 85. Postupný vývoj tvaru kmene (morfologické křivky) vzorníku K I. na lokalitě KO01

Poklesem výškového a tloušťkového růstu se vzorník K I. přibližuje mýtní zralosti, což bylo prokázáno i u predikce objemového přírůstu vzorníku, která odhadla věk zralosti na 56 let.

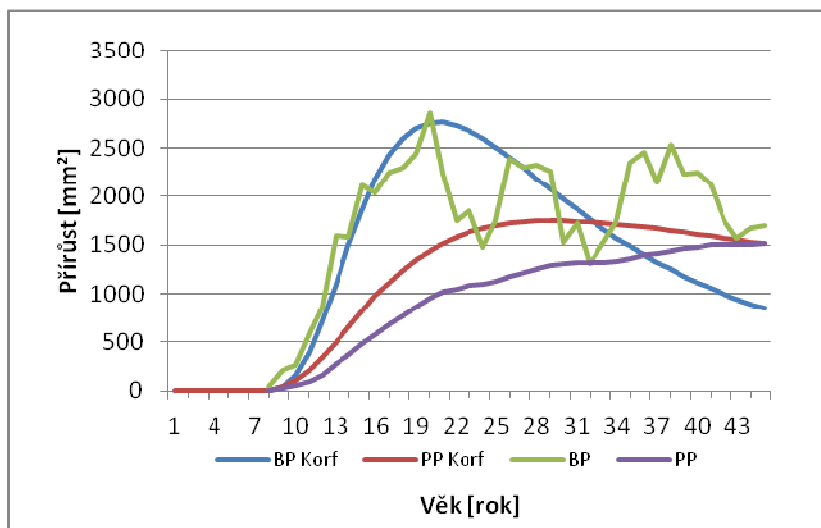
Vzorník K II. ze stejné porostní skupiny se vyznačoval podobným charakterem růstu. Tloušťkový běžný roční přírůst kulminoval ve věku 13 let na hodnotě 12,78 mm (obr. 86), což je o 5 let a skoro o 5 mm méně než u vzorníku K I. Průměrný roční přírůst vrcholil ve věku 28 let na hodnotě 7,73 mm.

Běžný roční přírůst kruhové základny kulminoval na nejvyšší hodnotě 2765 mm<sup>2</sup> ve věku 21 let. Průměrný roční přírůst kulminoval na nejvyšší hodnotě 1750 mm<sup>2</sup> věku 29 let (obr. 87).

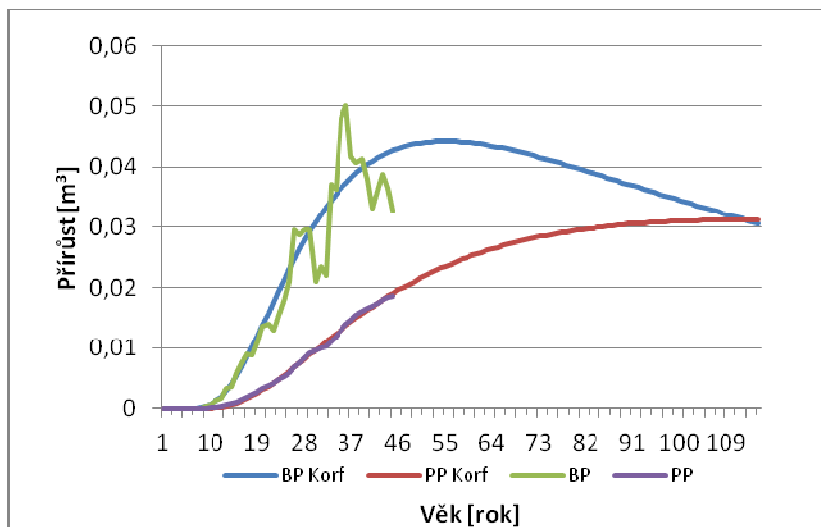
Objemový přírůst vzorníku K II. je vyjádřen na obrázku 88. U běžného ročního přírůstu se kulminace projevila ve věku 55 let na hodnotě 0,044 m<sup>3</sup>. V případě průměrného ročního přírůstu se jednalo o věk 113 let a hodnotu 0,031 m<sup>3</sup>.



Obr. 86. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst vzorníku K II. na lokalitě KO01



Obr. 87. Běžný a průměrný roční přírůst kruhové základny vzorníku K II. na lokalitě KO01



Obr. 88. Běžný a průměrný roční objemový přírůst vzorníku K II. na lokalitě KO01

Podle tvarových řad (tab. 45) jsou poklesy vzájemného poměru tloušťek vzorníku rovnoměrně rozložené. Pouze u předposlední sekce je rozdíl o něco větší.

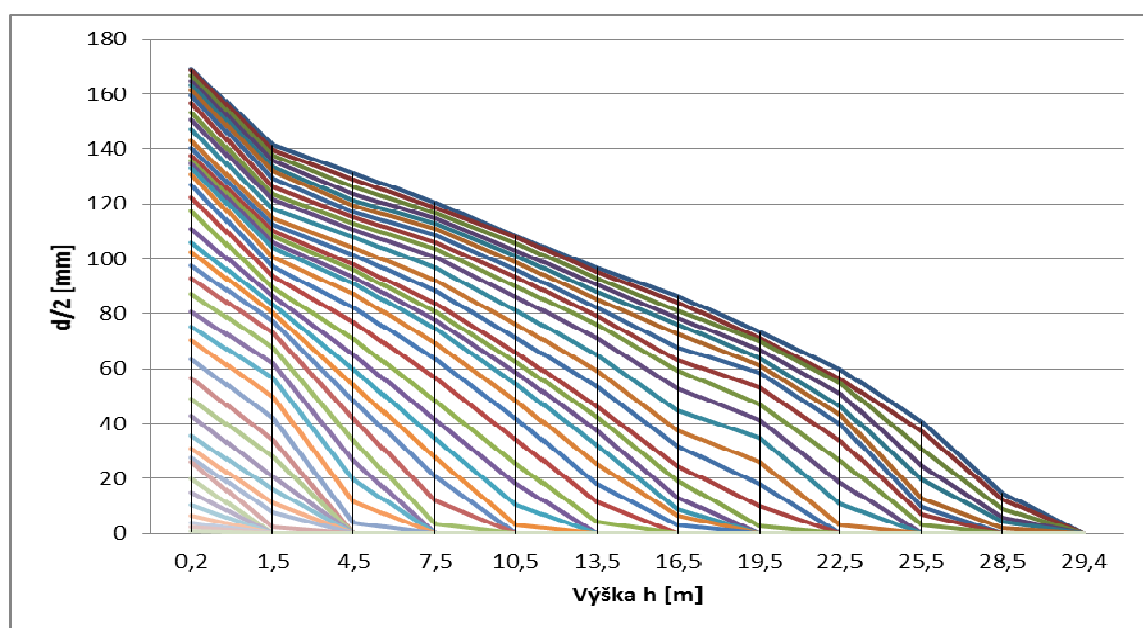
Tab. 45. Tvarové řady vzorníku K II. na lokalitě KO01

Pravá tvarová řada			Nepravá tvarová řada		
vzdálenost	$d_{0,i}$	$K_{0,i}$	vzdálenost	$d_{1,3}$	$K_{1,3}$
1,47	28,3	100 %	1,3	29,5	100 %
4,41	26,2	93 %			
7,35	24,1	85 %	7,4 (1/4)	24,1	82 %
10,29	21,7	77 %			
13,23	19,4	69 %	14,7 (1/2)	18,3	62 %
16,17	17,3	61 %			
19,11	14,7	52 %	22 (3/4)	11,9	40 %
22,05	11,9	42 %			
24,99	8,1	29 %	29,4 (1)	0,1	0 %
27,93	2,9	10 %			

Z hodnoty štíhlostního kvocientu je patrné, že se kmen nachází v optimu rozložení obou základních parametrů stromu (tab. 46). Výtvarnice mají nižší hodnoty, než bylo zjištěno u mladších stromů, ale s hodnotami podobně starých stromů jsou srovnatelné.

Tab. 46. Štíhlostní kvocient a výtvarnice kmene vzorníku K II.

$\bar{SK}$	93
$\bar{f}_0$	0,35
$\bar{f}_{0,1}$	0,44
$\bar{f}_{1,3}$	0,46



Obr. 89. Postupný vývoj tvaru kmene (morfológické křivky) vzorníku K II. na lokalitě KO01

Grafické zobrazení morfologických křivek (obr. 89) naznačuje, že od paty kmene po výšku 1,5 m je sbíhavost poměrně značná. Na vrcholu kmene u sekce ve výšce 28,5 m se pokles tloušťky zvětšil. Hustota letokruhů byla do 25 let pravidelná. V obdobích 25–30 let a 35–45 let je hustota letokruhů podobná jako v mládí vzorníku.

#### 5.2.4 Porovnání objemových rovnic a tabulek se skutečným objemem vzorníků

Pro stanovení objemu kmene se používají tabulky či rovnice, které by měly co nejpřesněji určit skutečný objem. Pro každou dřevinu byly proto podle jejich růstového charakteru vytvořeny objemové rovnice, z nichž byly odvozeny objemové tabulky. Pro jedli obrovskou se v České republice v praxi používají objemová rovnice a tabulky pro jedli bělokorou. Obě dřeviny však mají rozdílné růstové vlastnosti, a proto je v této práci porovnáno několik rovnic a tabulek (tab. 47), které přicházejí pro stanovení objemu jedle obrovské v úvahu. Z výsledků porovnání skutečného objemu vzorníků a disponibilních objemových rovnic (tabulek) vyplývá, že u 11 vzorníků se skutečným hodnotám objemu nejvíce přiblížil postup podle NAGELA (1988) ex RAU et al. (2008). Druhý nejlepší výsledek poskytla objemová rovnice pro douglasku tisolistou (BERGEL 1971). Je zajímavé, že z našich ÚLT tabulek se skutečnému objemu nejvíce přiblížily hodnoty pro borovici lesní a naopak největší rozdíl byl zaznamenán u hodnot platných pro jedli bělokorou.

Tab. 47. Údaje objemu vzorníků podle různých objemových rovnic a tabulek

Objemové rovnice a tabulky	Jedn.	Vzorníky										
		ŠLP Kostelec nad Černými lesy						Žďár nad Sázavou, Kinský, a.s.			Kynšperk nad Ohří	
		K01 Amerika		K03 Majzlovka		K02 Svatbín		Z01	Z02	Z03	KO01	
		NV	01	71	02	40	03	Z I.	Z II.	Z III.	K I.	K II.
Huberův vzorec	m <sup>3</sup>	0,718	0,712	0,553	0,785	1,326	1,335	0,111	0,106	0,047	1,288	0,930
SM (ÚLT)	m <sup>3</sup>	0,800	0,760	0,570	0,880	1,470	1,490	0,110	0,110	0,050	1,400	1,110
BO (ÚLT)	m <sup>3</sup>	0,710	0,680	0,550	0,750	1,390	1,410	0,090	0,090	0,040	1,310	1,020
MD (ÚLT)	m <sup>3</sup>	0,800	0,780	0,570	0,840	1,380	1,470	0,110	0,110	0,050	1,320	1,120
JD (ÚLT)	m <sup>3</sup>	0,850	0,840	0,600	0,890	1,500	1,580	0,120	0,120	0,050	1,490	1,190
DG (BERGEL 1971)	m <sup>3</sup>	0,703	0,687	0,510	0,726	1,269	1,357	0,104	0,104	0,046	1,040	0,940
JDO (CHRISTIE et LEWIS 1961)	m <sup>3</sup>	0,760	0,750	0,530	0,780	1,460	1,500	0,104	0,097	0,032	1,400	1,060
JDO (NAGEL 1988 ex RAU et al. 2008)	m <sup>3</sup>	0,702	0,686	0,505	0,718	1,278	1,332	0,116	0,108	0,050	1,235	0,966

Pozn.: žlutě – skutečný objem kmene, zeleně – hodnoty blíží se skutečnosti, červeně – objemy s nejvyšším rozdílem

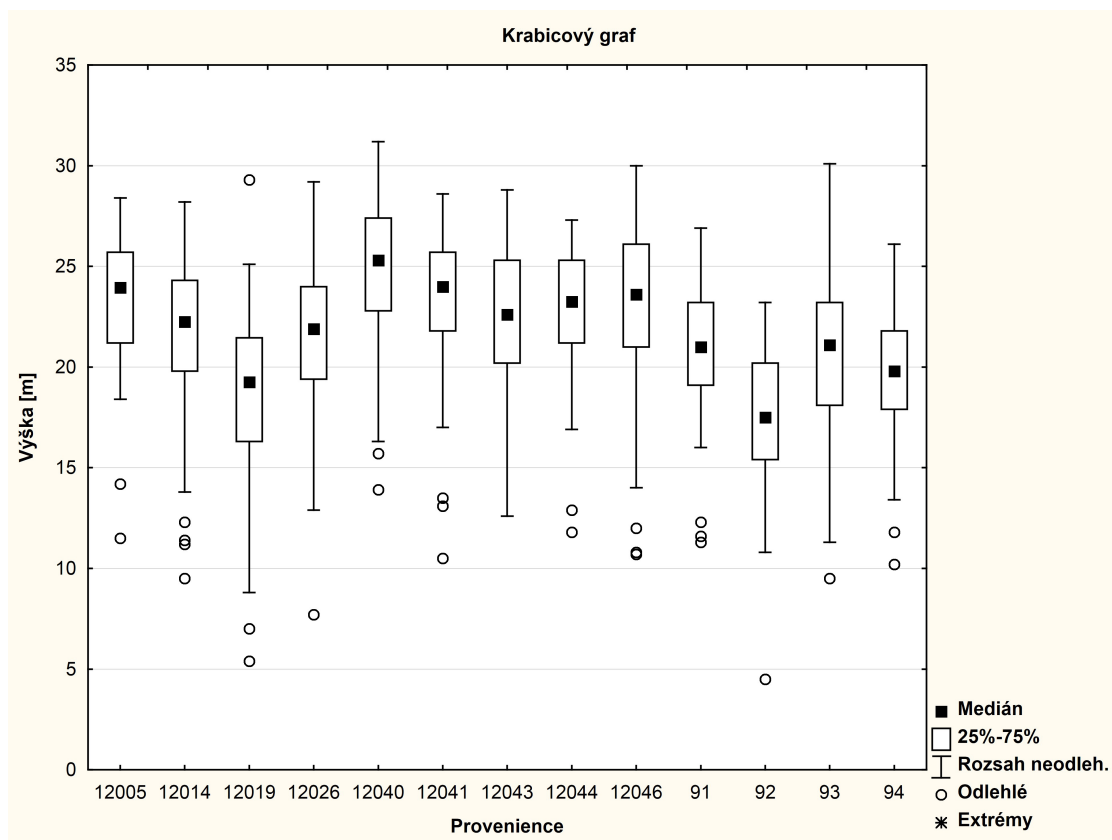
### 5.3 Provenienční plocha Hrubá Skála

Na provenienční ploše bylo celkem změřeno 787 jedinců jedle obrovské. Medián výšek všech proveniencí jedle obrovské na ploše dosáhl 22,8 m. Nejmenší strom měl výšku 5,4 m, nejvyšší 31,2 m. Nejvyšší hodnota mediánu výšek (obr. 90) byla dosažena u provenience 12040 Salmon River z oblasti ostrova Vancouver (25,3 m), za kterou následovaly provenience 12005 Bear Mountain, 12041 Oyster Bay (shodně 24,0 m), dále 12046 Mount Prevost (23,6 m) a 12044 Kay Road (23,3 m). Mediánová výška jedle obrovské z obchodního osiva původem z Washingtonu dosáhla pouze 21,1 m. Výškový růst u proveniencí z oblastí Oregon-Kaskády a Idaho-Montana byl pomalejší. Nejmenšího mediánu výšek (19,3 m) dosáhla provenience 12019 Roaring River. Statisticky významné rozdíly výšek jsou zaznamenány v tabulce 48.

Tab. 48. Výsledky Kruskal-Wallisova post hoc testu – výšky

Provenience	Počet	Rozdílné provenience
19	64	5, 14, 26, 40, 41, 43, 44, 46, 93
93	78	5, 19, 40, 41, 43, 44, 46
26	87	5, 19, 40, 41, 44, 46
14	86	5, 19, 40, 41, 44, 46
43	82	5, 19, 40, 93
44	72	14, 19, 26, 40, 93
46	79	14, 19, 26, 40, 93
41	74	14, 19, 26, 40, 93
5	90	14, 19, 26, 40, 43, 93
40	75	5, 14, 19, 26, 41, 43, 44, 46, 93

Medián výčetních tloušťek všech stromů dosahoval 24,9 cm (tab. 50). Výčetní tloušťka nejtenčího jedince činila 6,2 cm, maximální pak dosáhla 52,2 cm. Při srovnání výčetních tloušťek mezi deseti proveniencemi jedle obrovské dosáhla nejlepšího výsledku (28,7 cm) provenience 12040 ze Salmon River (obr. 91). Následovaly provenience 12005 Bear Mountain (26,4 cm) a 12046 Mount Prevost (25,5 cm). Nejnižší medián výčetní tloušťky (21,4 cm) byl zaznamenán u provenience 12019 Roaring River z oregonských Kaskád. Statisticky významné rozdíly výčetních tloušťek jsou uvedeny v tabulce 49.



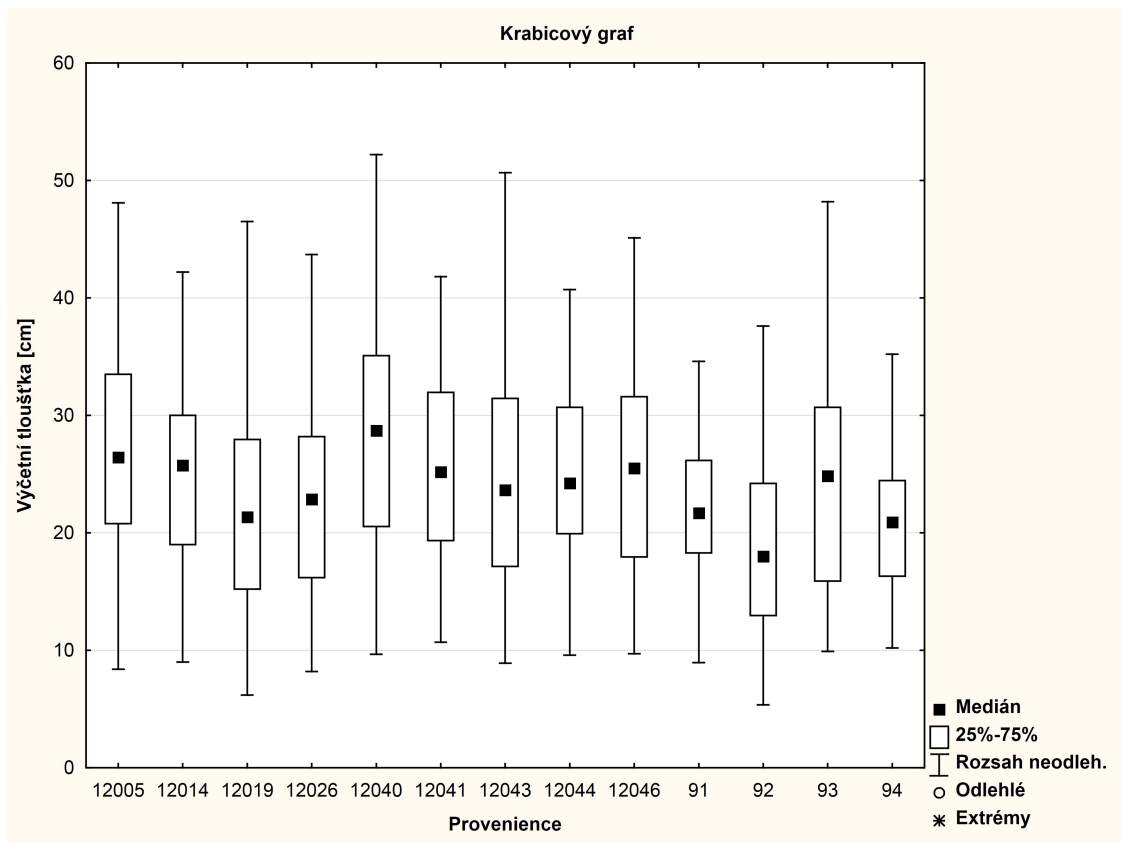
Obr. 90. Výšky proveniencí na výzkumné ploše č. 214 – Hrubá Skála

Tab. 49. Výsledky Kruskal-Wallisova post hoc testu – výčetní tloušťky

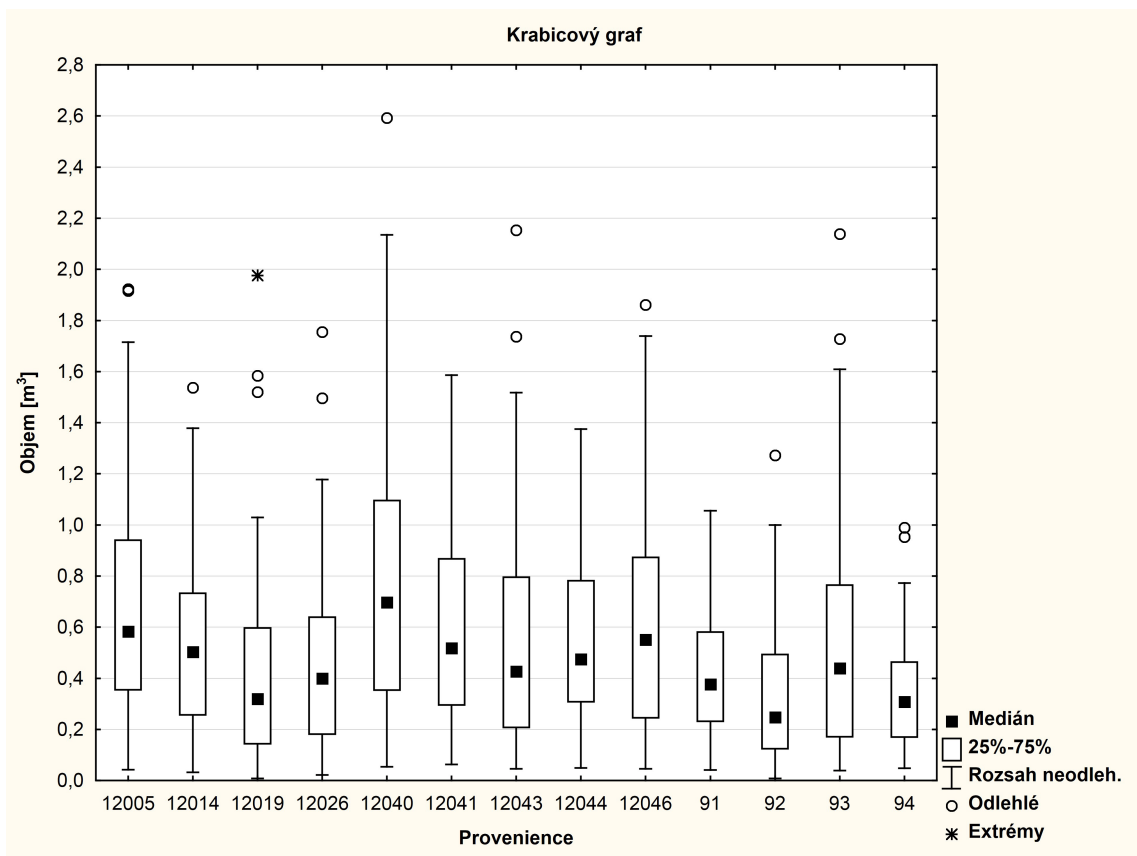
Provenience	Počet	Rozdílné provenience
19	64	5, 14, 40, 41, 46
26	87	5, 40, 41
43	82	5, 40
93	78	5, 41
14	86	19
44	72	19
46	79	19
41	74	19, 26
5	90	19, 26, 43, 93
40	75	19, 26, 43, 93

Medián objemu kmene (NAGEL 1988 ex RAU et al. 2008) měl hodnotu  $0,483 \text{ m}^3$  (tab. 50), přičemž se objemy jednotlivých stromů pohybovaly od  $0,009 \text{ m}^3$  do  $2,592 \text{ m}^3$ . Nejlepšího výsledku ( $0,698 \text{ m}^3$ ) dosáhla provenience 12040 Salmon River (obr. 92) za níž následovaly provenience 12005 Bear Mountain ( $0,584 \text{ m}^3$ ) a 12046 Mount Prevost ( $0,552 \text{ m}^3$ ). Nejnižšího kmenového objemu  $0,383 \text{ m}^3$  dosáhla provenience 12019 Roaring River z oregonských Kaskád.





Obr. 91. Výčetní tloušťky proveniencí na výzkumné ploše č. 214 – Hrubá Skála



Obr. 92. Objemy proveniencí na výzkumné ploše č. 214 – Hrubá Skála

Tab. 50. Výsledky zkoumaných proveniencí

Provenience	Počet stromů	Výška 1989 <sup>1)</sup> [m]	Výška 2013 [m]	D <sub>1.3</sub> 1994 <sup>2)</sup> [cm]	D <sub>1.3</sub> 2006 <sup>3)</sup> [cm]	D <sub>1.3</sub> 2013 [cm]	Objem hroubí s kůrou <sup>4)</sup> [m <sup>3</sup> ]	Objem kmene s kůrou <sup>5)</sup> [m <sup>3</sup> ]	Objem hroubí s kůrou <sup>6)</sup> [m <sup>3</sup> ]	Objem kmene s kůrou <sup>7)</sup> [m <sup>3</sup> ]	Zásoba [m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ]	Zdravotní stav	Stromové třídy (Kraft 1884)
<b>Vancouver</b>													
12040 Salmon River	75	3,7	25,3	12,4	21,3	28,7	0,847	0,698	0,700	0,769	807	1	2
12041 Oyster Bay	74	2,5	24,0	10,8	18,9	25,2	0,633	0,518	0,520	0,562	592	1	2
12043 Sproat Lake	82	2,5	22,6	10,5	18,2	23,7	0,525	0,427	0,429	0,468	540	1	2
12044 Kay Road	72	2,6	23,3	11,1	18,7	24,2	0,584	0,475	0,480	0,503	528	1	2
12046 Mount Prevost	79	2,7	23,6	10,6	18,8	25,5	0,671	0,552	0,553	0,566	673	1	2
<b>Washington - pobřeží</b>													
12005 Bear Mountain	90	3,7	24,0	13,7	21,9	26,4	0,714	0,584	0,589	0,617	811	1	2
<b>Oregon - Kaskády</b>													
12014 Beaver Creek	86	3,3	22,3	12,9	19,3	25,8	0,614	0,503	0,504	0,548	668	1	2
12019 Roaring River	64	2,1	19,3	10,3	18,0	21,4	0,383	0,320	0,311	0,326	316	1	3
<b>Idaho, Montana</b>													
12026 Plummer Hill	87	3,6	21,9	11,0	17,6	22,9	0,481	0,399	0,392	0,424	536	1	2
<b>Obchodní osivo (jedle obrovská)</b>													
93 Washington	78	-	21,1	-	18,6	24,9	0,523	0,440	0,428	0,483	530	1	2
<b>Obchodní osivo (jiné dřeviny)</b>													
91* Potštejn (CZ)	74	-	21,0	-	17,1	21,7	0,376	-	-	-	429	-	2
92** Michalová (SK)	75	-	17,5	-	11,9	18,0	0,247	-	-	-	286	-	3
94*** British Columbia	95	-	19,8	-	17,6	20,9	0,381	0,317	0,309	0,319	463	-	2
<b>Aritmetická průměr</b>	79	3,0	22,8	11,5	18,3	24,9	0,583	0,483	0,478	0,527	600	1	2

\* smrk ztepilý, \*\* jedle bělokorá, \*\*\* douglaska tisolistá

1) VANČURA (1990)

2) VANČURA, BERAN (1996)

3) BERAN (2006)

4) Pro *Abies alba* a *Picea abies* (č. 91, 92) podle PETRÁŠE, PAJTÍKA (1991)5) Pro *Abies grandis* podle NAGELA (1988) ex RAU et al. (2008)6) Pro *Pseudotsuga menziesii* podle BERGELA (1971)7) Pro *Abies grandis* a *Pseudotsuga mensiesii* podle CHRISTIE, LEWIS (1961)

Zásoba jedle obrovské (včetně komerčně dodané provenience) dosáhla v průměru 600 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> (tab. 50). Nejvyšší zásoba byla zjištěna pro provenienci 12005 Bear Mountain z pobřeží Washingtonu (811 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>), kterou následovaly provenience 12040 Salmon River (807 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) a 12046 Mount Prevost (673 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) z Vancouveru. Nejnižší zásobu (316 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) vykázala provenience 12019 Roaring River z Kaskád Oregonu. U provenience jedle obrovské z komerčně dodaného osiva původem z Washingtonu byla stanovena zásoba 530 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.

Většina proveniencí byla podle klasifikace sociálního postavení stromů (KRAFT 1884) zařazena do třídy 2 (úrovňový), s výjimkou provenience 12019, která byla zařazena do třídy 3 (částečně úrovňový). Zdravotní stav všech proveniencí byl v daném věku hodnocen jako výborný.

Celkově bylo nejlepších výsledků dosaženo u provenience 12040 Salmon River z ostrova Vancouver a 12005 Bear Mountain z Washingtonu. Nejméně příznivé ukazatele v podmínkách lokality Hrubá Skála byly naopak zjištěny u provenience 12019 Roaring River z Kaskád Oregonu. Z ostatních dřevin, které byly vysazeny na ploše pro možnost porovnání, dosáhla douglaska tisolistá zásoby 463 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, smrk ztepilý 429 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> a jedle bělokorá 286 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.

## 5.4 Vliv jedle obrovské na stav lesních půd

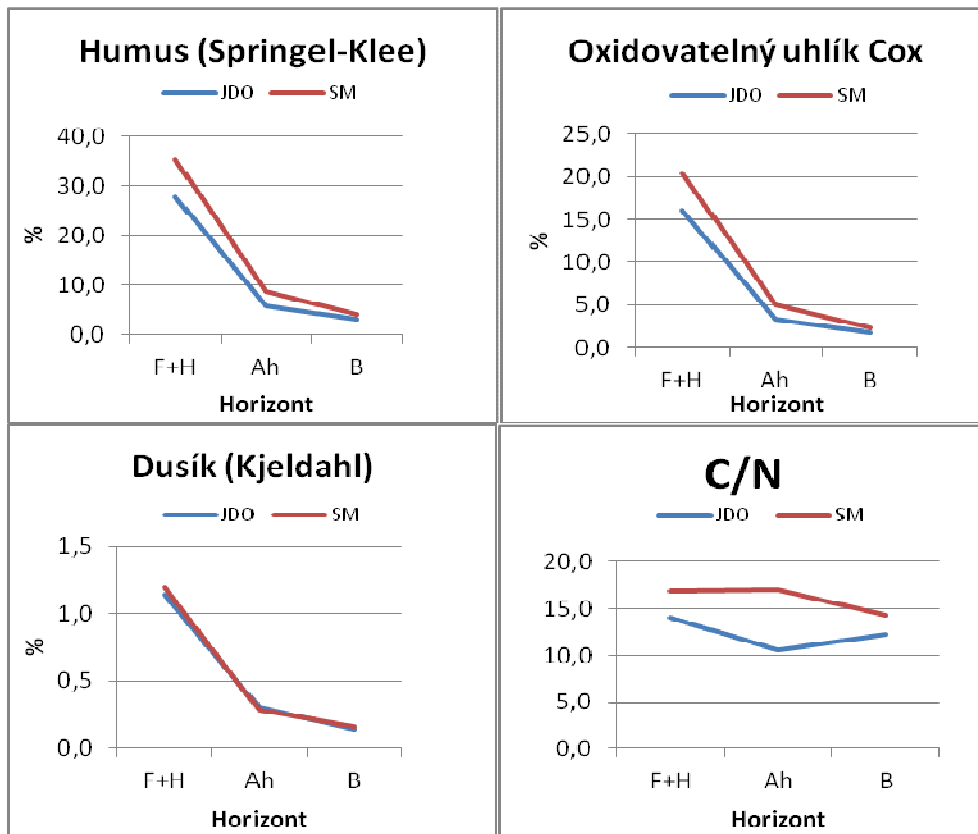
### 5.4.1 ŠLP Kostelec nad Černými lesy

Výzkumná plocha K01. Zásoba sušiny nadložního humusu byla vyšší u porostu smrku ztepilého než u jedle obrovské (tab. 51). V nadložní vrstvě se obsah humusu mezi dřevinami významně nelišil, i když rozdíl činil 7,5 %. V hlubších vrstvách už byly zjištěny prokazatelné rozdíly, kdy byl vyšší obsah humusu zaznamenán u smrku. Obsah oxidovatelného uhlíku měl podobnou tendenci jako obsah humusu.

Tab. 51. Zásoba sušiny, obsah humusu, oxidovatelného uhlíku, dusíku a poměr C:N

Porost (Plocha)	Dřevina	Horizont	Sušina t/ha	Humus (Springel-Klee) [%]	Oxidovatelný uhlík Cox [%]	Dusík (Kjeldahl) [%]	C/N
118 B (K01)	JDO	F+H	11,49a	27,80a	16,12a	1,14a	14,11a
		Ah		5,70a	3,30a	0,30a	10,98a
		B		3,00a	1,74a	0,14a	12,20a
	SM	F+H	13,29a	35,33a	20,49a	1,20a	16,93a
		Ah		8,70b	5,05b	0,29a	17,06b
		B		4,02b	2,33b	0,16a	14,34a

Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.



Obr. 93. Obsah humusu, uhlíku, dusíku a poměr C:N

Podle metody Kjeldahla byl obsah dusíku v holorganických a minerálních vrstvách obou dřevin vyrovnaný. U poměru C:N byla prokázána statisticky vyšší hodnota v organominerální vrstvě pod smrkem. V grafickém zobrazení se u obsahu humusu a uhlíku projevil shodný trend, kdy byl mírně vyšší obsah zjištěn pod porostem smrku (obr. 93). V případě obsahu dusíku byl vývoj ve všech horizontech shodný. Při poměru C:N se v horizontu Ah hodnota u jedle obrovské snížila, naopak u smrku byl tento poměr vyšší.

Tab. 52. Výsledky půdní reakce a hodnot charakteristik sorpčního komplexu

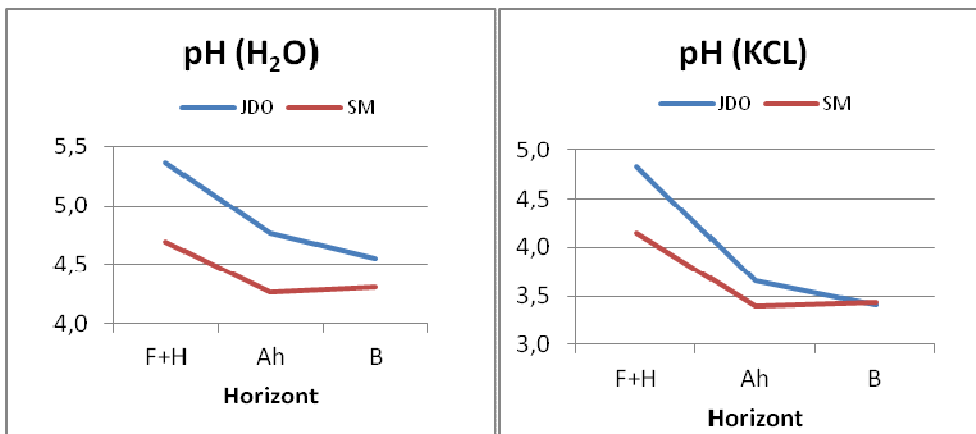
Porost	Dřevina	Horizont	pH/H <sub>2</sub> O	pH/KCl	S [mval/100g]	H [mval/100g]	T [mval/100g]	V [%]
118 B (K01)	JDO	F+H	5,36b	4,83b	38,41a	14,95a	53,36a	71,24b
		Ah	4,76b	3,66b	6,53a	9,57a	16,11a	40,22a
		B	4,55b	3,41a	1,56a	9,38a	10,94a	13,94a
	SM	F+H	4,69a	4,14a	36,91a	25,81b	62,72a	58,79a
		Ah	4,26a	3,40a	5,79a	12,11b	17,90a	31,74a
		B	4,31a	3,44a	2,27a	8,99a	11,26a	19,91a

Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávají jsou vždy horizonty stejného charakteru.

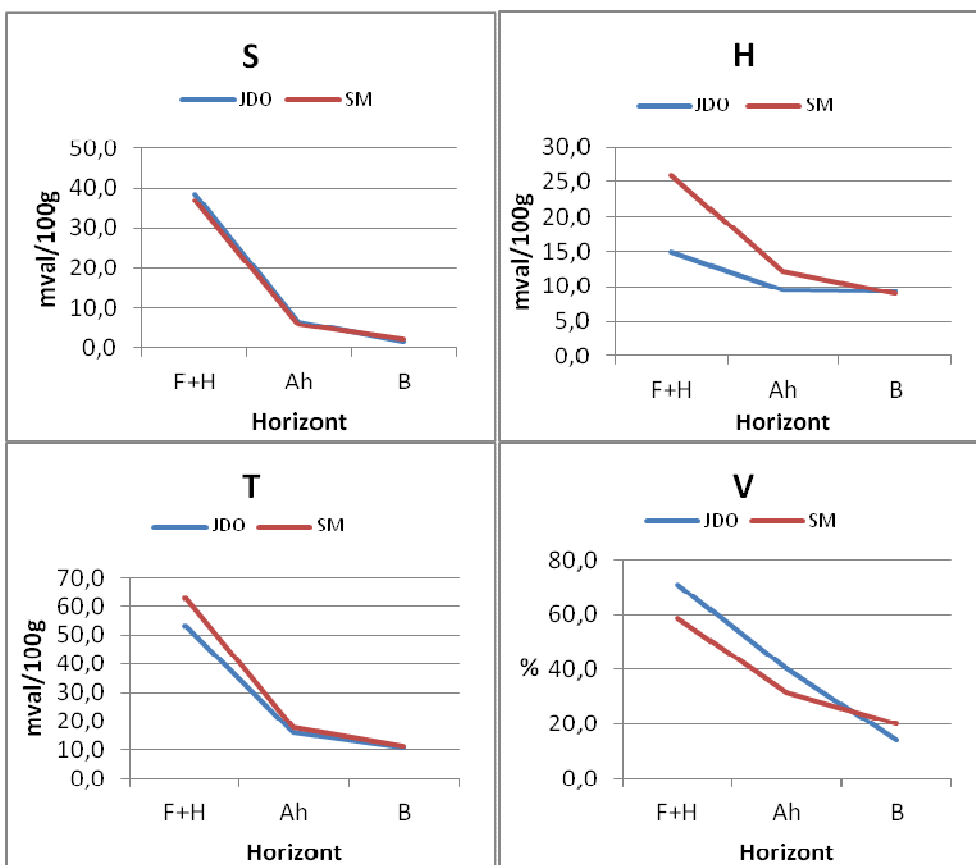
Z výsledku analýz půdní reakce (tab. 52) je zřejmé, že v porostu jedle obrovské byly průkazně vyšší hodnoty pH. V obsahu bází a kationtové výměnné kapacitě nebyl

prokázán statisticky významný rozdíl. Naopak hydrolytická acidita byla ve svrchních vrstvách půdy pod porostem smrku vyšší. U jedle obrovské byl v holorganické vrstvě zase prokazatelně vyšší obsah nasycení sorpčního komplexu bázemi.

Pokles aktivního pH podle vrstev byl u jedle postupný (obr. 94), zatímco u smrku se v horizontu B navýšil. U výměnného pH byl vývoj podobný s výjimkou horizontu B, kde byly hodnoty obou dřevin téměř shodné.



Obr. 94. Reakce vzorků půdy odebraných pod porosty jedle obrovské a smrku ztepilého



Obr. 95. Půdní sorpční komplex

Obsah výměnných bází v půdě pod jedlí obrovskou i smrkem ztepilým byl takřka stejný. Hydrolytická acidita měla ve svrchní vrstvě vyšší hodnotu u smrkového porostu, ale sestupem do hlubších vrstev se hodnoty vyrovnávaly (obr. 95). Srovnatelný stav byl u obou dřevin zjištěn u hodnot výměnné kationtové kapacity, kdy v horní nadložní vrstvě byl jejich rozdíl nepatrně vyšší. Z hlediska nasycenosti sorpčními bázemi se jevila nejlépe jedle obrovská ve dvou svrchních vrstvách, zatímco v poslední vrstvě se trend obrátil.

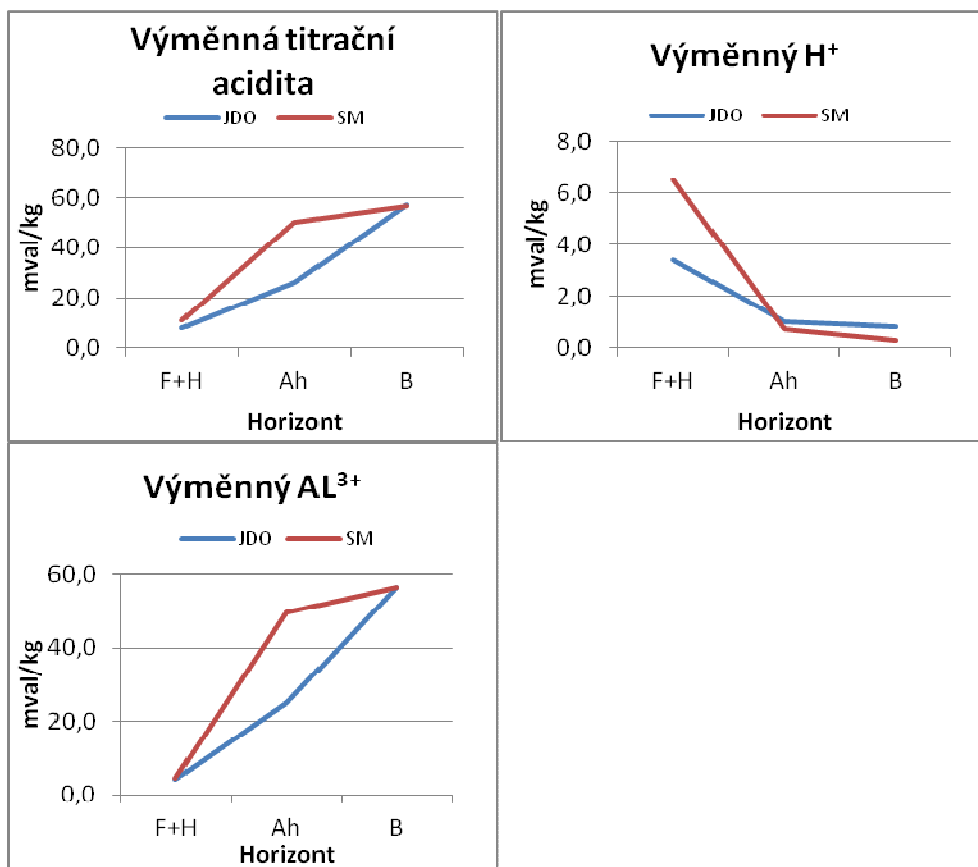
Z tabulky 53 je u jedle obrovské patrná významně nižší hodnota titrační acidity ve srovnání se smrkem, s výjimkou horizontu B, kde byly hodnoty prakticky totožné. Rozdíl v obsahu výměnného vodíku byl patrný v holorganické vrstvě, kde byla větší hodnota zjištěna pod porostem smrku. Naopak v horizontu B byla vyšší hodnota zjištěna pod jedlí obrovskou. U smrku v horizontu Ah bylo v porovnání s jedlí obrovskou prokázáno větší množství výměnného hliníku. V ostatních horizontech byly hodnoty těchto sledovaných charakteristik podobné.

Tab. 53. Stav výměnné titrační acidity

Porost	Dřevina	Horizont	Výměnná titrační acidita [mval/kg]	Výměnný H <sup>+</sup> [mval/kg]	Výměnný AL <sup>3+</sup> [mval/kg]
118 B (K01)	JDO	F+H	7,7a	3,4a	4,2a
		Ah	26,1a	1,0a	25,1a
		B	57,2a	0,8a	56,3a
	SM	F+H	11,0b	6,5b	4,4a
		Ah	50,1b	0,7a	49,4b
		B	56,7a	0,3b	56,3a

Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.

Při zjišťování charakteristik titrační acidity v půdě mají obě křivky ze svrchního horizontu až po horizont B stoupající tendenci. Spojnice křivek začínají i končí na podobných hodnotách, rozdíl je v organominerální vrstvě, kde byla pod smrkem zaznamenána vyšší kyselost (obr. 96). U obsahu výměnného H<sup>+</sup> došlo v hlubším horizontu k vzájemné výměně pořadí hodnot u vzorků získaných pod smrkem a jedlí. V případě obsahu výměnného hliníku byl trend stejný jako u titrační acidity, neboť spolu obě půdní vlastnosti souvisejí.



Obr. 96. Výměnná titrační acidita, výměnný vodík a hliník v porostu jedle obrovské a smrku

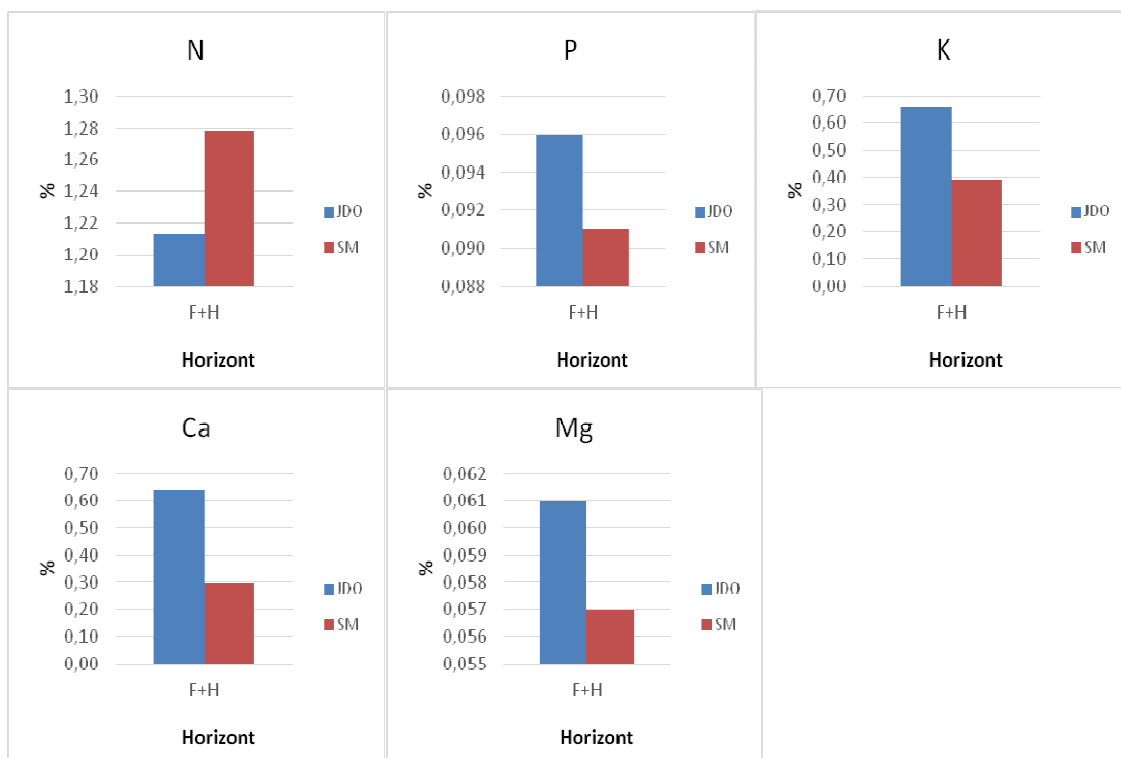
Po mineralizaci půdy pomocí kyseliny sírové a selenu se prokázaly významné rozdíly v obsahu celkového draslíku a vápníku v holorganických vrstvách, kde hodnoty pod porostem jedle obrovské násobně převyšovaly hodnoty pod porostem smrku. Při přepočtu obsahu živin na hektar nebyly mezi dřevinami zjištěny signifikantní diference (tab. 54).

Tab. 54. Obsah celkových živin v holorganických vrstvách půdy

Porost	Dř.	Horiz.	N		P		K		Ca		Mg	
			[%]	[kg/ha]	[%]	[kg/ha]	[%]	[kg/ha]	[%]	[kg/ha]	[%]	[kg/ha]
118 B (K01)	JDO	F+H	1,213a	140,00a	0,096a	11,10a	0,660b	77,61a	0,640b	73,40a	0,061a	6,98a
	SM	F+H	1,279a	170,69a	0,091a	12,10a	0,395a	52,63a	0,295a	38,62a	0,057a	7,63a

Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.

Obsah celkových živin ve vrstvách nadložního humusu pod porosty jedle obrovské a smrku ztepilého byl rozdílný (obr. 97). Pod jedlí obrovskou bylo množství dusíku mírně nižší než pod smrkem. Oproti tomu fosfor a hořčík zde byly zjištěny ve vyšších hodnotách a výrazně vyšší bylo i množství draslíku a vápníku.



Obr. 97. Obsah celkových živin v horizontu F+H pod porosty jedle obrovské a smrku ztepilého

V rámci rozboru obsahu přístupných živin metodou Mehlich III bylo doloženo, že pod porostem jedle obrovské byl obsažen přístupný fosfor v nižším množství (tab. 55). Obsah přístupného draslíku v nadložní humusové vrstvě byl významně nižší v porovnání s porostem smrku. U přístupného vápníku dosahoval naopak v horizontu Ah obsah této živiny prokazatelně vyšších hodnot než u smrku. U obsahu přístupného hořčíku byly hodnoty obou dřevin statisticky srovnatelné.

Tab. 55. Obsah přístupných živin pro rostliny

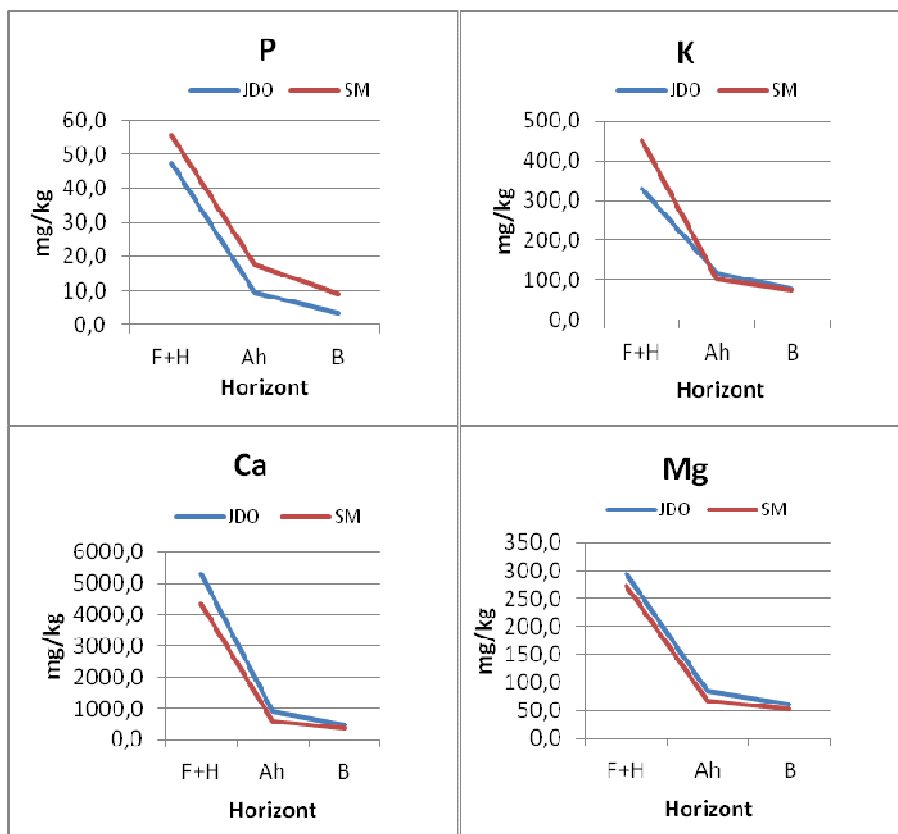
Porost	Dřevina	Horizont	Mehlich III			
			P	K	Ca	Mg
			[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
118 B (K01)	JDO	F+H	47,5a	329,5a	5331,0a	293,5a
		Ah	9,5a	117,0a	885,5b	85,2a
		B	3,5a	79,7a	476,5a	61,0a
	SM	F+H	55,5a	453,5b	4351,5a	273,0a
		Ah	17,7a	102,0a	572,25a	67,5a
		B	9,0a	76,7a	343,0a	52,0a

Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.

V grafu srovnávajícím obsah přístupného fosforu (obr. 98) se pokles obou křivek projevuje podobně s tím rozdílem, že větší množství vykazovala půda pod



smrkem. Druhý graf zachycuje průběh přístupného draslíku, který byl ve svrchním horizontu smrku vyšší, ale v hlubších horizontech byl přibližně vyrovnaný s porostem jedle obrovské. V případě vápníku a hořčíku pokles hodnot po horizontech vykazoval podobné tendence, menší odchylka se vyskytla pouze u vápníku ve svrchním horizontu. Větší obsah přístupného Ca pod jedlí nicméně křivku neodklonil natolik, aby byl ovlivněn její trend.



Obr. 98. Obsah přístupných živin zjištěný metodou Mehlich III

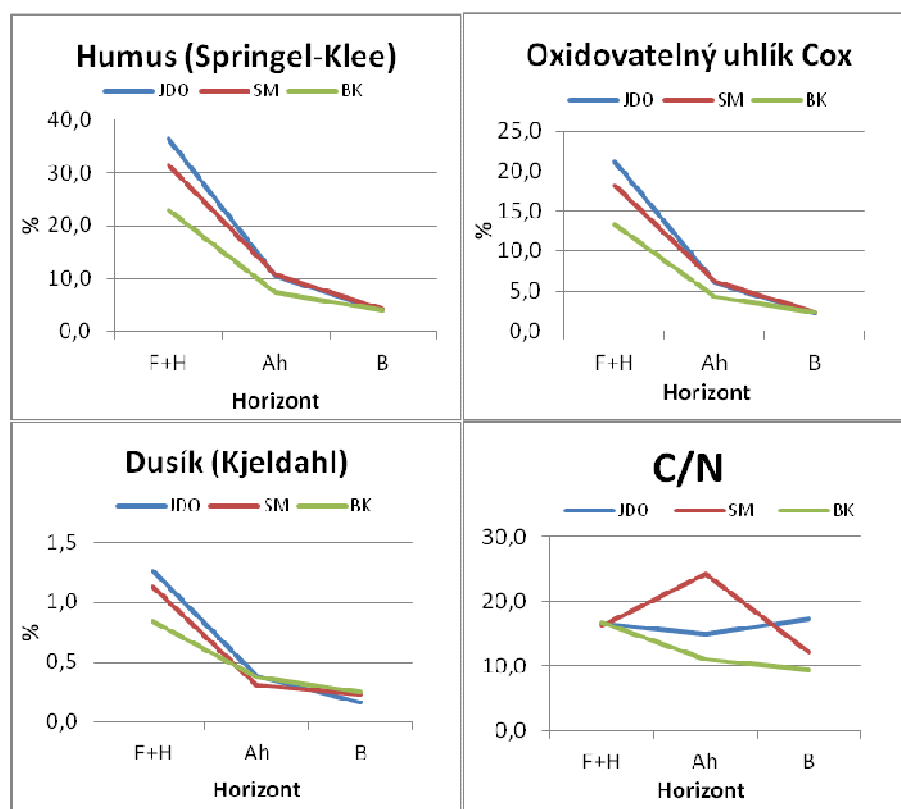
Na výzkumné ploše K03 Majzlovka, na které se hodnotil stav půdního chemizmu pod porostem jedle obrovské, smrku ztepilého a buku lesního, byla zásoba sušiny horizontů nadložního humusu srovnatelná. Ani u zjištěných hodnot obsahu humusu, oxidovatelného uhlíku a poměru C:N nebyl prokázán žádný statistický rozdíl. Obsah humusu v nadložních horizontech byl neprůkazně nejvyšší pod porostem jedle obrovské a nejnižší pod porostem buku, což indikuje rychlejší rozklad a přeměnu bukového opadu (tab. 56).

Tab. 56. Zásoba sušiny, obsah humusu, oxidovatelného uhlíku, dusíku a poměr C:N

Porost	Dřevina	Horizont	Sušina t/ha	Humus (Springel-Klee) [%]	Oxidovatelný uhlík Cox [%]	Dusík (Kjeldahl) [%]	C/N
409 F (K03)	JDO	F+H	17,33a	36,38a	21,10a	1,26b	16,58a
		Ah		10,38a	6,02a	0,39a	14,93a
		B		3,89a	2,25a	0,16a	17,24a
	SM	F+H	18,02a	31,47a	18,25a	1,13ab	16,26a
		Ah		10,70a	6,20a	0,31a	24,30a
		B		4,15a	2,41a	0,23a	12,12a
	BK	F+H	18,34a	23,03a	13,36a	0,84a	16,83a
		Ah		7,38a	4,28a	0,38a	10,95a
		B		4,03a	2,34a	0,25a	9,94a

Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.

V holorganické vrstvě se tedy obsah humusu řadil sestupně od půdy pod jedlí obrovskou přes smrk k buku. V hlubší vrstvě Ah se rozdíly zmenšily a ve spodním horizontu B byly již téměř srovnány. Stejná situace nastala u obsahu oxidovatelného uhlíku. U dusíku byl nejvyšší obsah doložen ve svrchní vrstvě půdy pod porostem jedle a nejmenší pod bukem. Pořadí se v horizontu Ah změnilo na jedle, buk, smrk, v dalším horizontu pak na buk, smrk, jedle (obr. 99).



Obr. 99. Obsah humusu, uhlíku, dusíku a poměr C:N

Rozdíly však nebyly statisticky významné. Je dobré si stále uvědomovat, že obsah celkového humusu a oxidovatelného uhlíku jsou autokorelované charakteristiky. U poměru uhlíku k dusíku se hodnoty v nadložní vrstvě téměř shodovaly. V organominerální vrstvě byl tento poměr největší pod smrkem, nižší pod jedlí obrovskou a nejnižší pod bukem. V horizontu B byla nejvyšší hodnota zjištěna pod jedlí obrovskou, dále následovaly půdy pod smrkem a bukem (obr. 99).

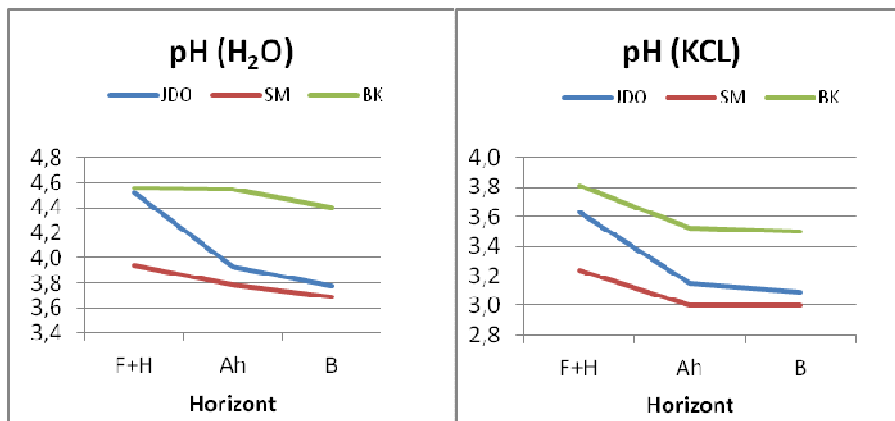
Rozdíl u půdní reakce (tab. 57) v nadložním humusu byl významný u smrku, pod nímž byla zjištěna nižší hodnota než pod jedlí a bukem. U buku byla navíc vyšší hodnota doložena i v hlubších horizontech. Vyšší obsah výměnných bází v nadložním humusu pod jedlí obrovskou se významně lišil od zbývajících porostů. V dalších vrstvách byly rozdíly menší. Také v horizontu B se rozdíl hydrolytické acidity pod všemi třemi porosty jevil jako neprůkazný. U kationtové výměnné kapacity byl v nadložním humusu největší obsah doložen v porostu jedle, v horizontu Ah pak obsahoval značně nízkou hodnotu porost buku. V nasycenosti sorpčních komplexů bázemi byly nejlepší hodnoty ve svrchní vrstvě pod jedlovým porostem. V horizontu Ah byla nasycenost nejvyšší pod bukovým porostem.

Tab. 57. Výsledky půdní reakce a sorpčních komplexů

Porost	Dřevina	Horizont	pH/H <sub>2</sub> O	pH/KCl	S [mval/100g]	H [mval/100g]	T [mval/100g]	V [%]
409 F (K03)	JDO	F+H	4,52b	3,63b	28,59b	33,69a	62,28b	46,10b
		Ah	3,93a	3,15a	4,84a	16,88a	21,72a	21,89a
		B	3,77a	3,09a	1,48a	10,92a	12,41a	11,97a
	SM	F+H	3,94a	3,24a	15,60a	32,56a	48,16ab	32,71a
		Ah	3,78a	3,00a	4,32a	17,40a	21,73a	19,90a
		B	3,69a	3,00a	2,05a	11,98a	14,04a	14,62a
	BK	F+H	4,56b	3,81b	15,12a	18,55a	33,67a	44,97ab
		Ah	4,55b	3,52b	5,65a	9,50b	15,15b	37,38b
		B	4,40b	3,50b	2,04a	10,31a	12,35a	16,85a

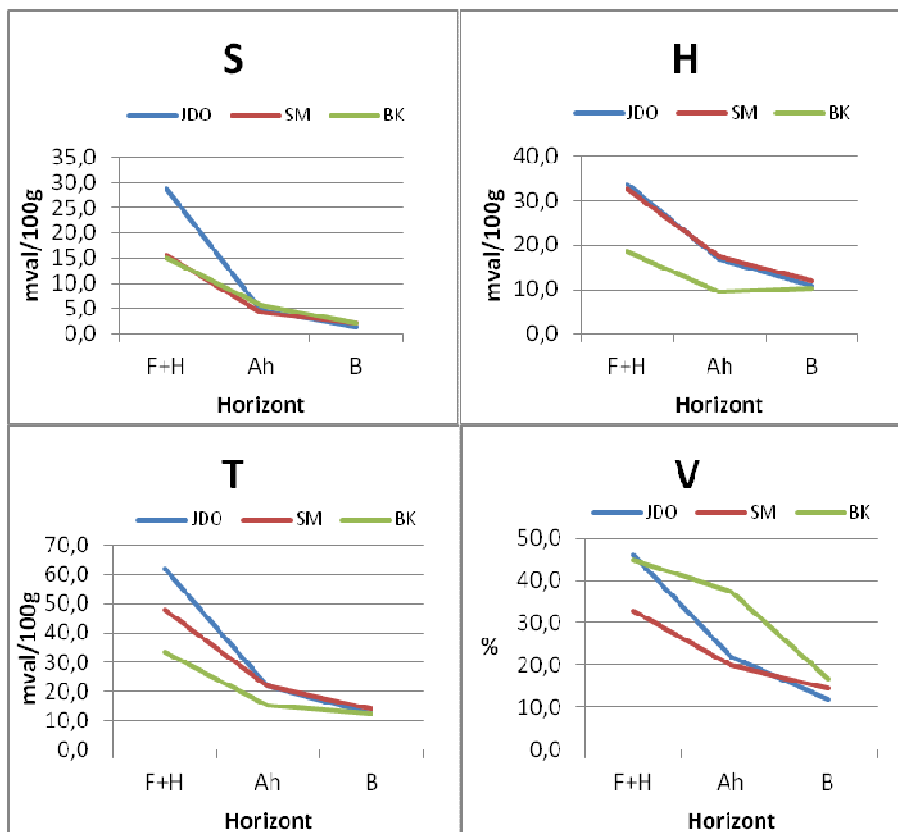
Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.

Aktivní pH bylo ve všech horizontech nejvyšší pod bukem. Porost jedle obrovské sice dosahoval ve svrchním horizontu podobných hodnot, ale u spodních horizontů poklesly hodnoty k hodnotám podobným vzorkům odebraným pod smrkem. Půda pod smrkovým porostem vykazovala nejnižší hodnoty ve všech horizontech. V případě výměnného pH bylo pořadí stejné s větší variabilitou v hodnotách (obr. 100).



Obr. 100. Půdní reakce

Nejvyšší obsah bází byl zjištěn v nadložním humusu pod porostem jedle obrovské, v hlubších horizontech se hodnoty vyrovnaly (obr. 101).



Obr. 101. Půdní sorpční komplex

U hydrolytické acidity se stejný trend poklesu projevoval pod porosty jedle obrovské a smrku, pod bukovým porostem byly hodnoty nižší. U kationtové kapacity vykazovala největší obsah půda pod jedlovým porostem, naopak tomu bylo pod bukem. Nasycenost sorpčních komplexů bázemi byla nejvyšší pod jedlovým a bukovým

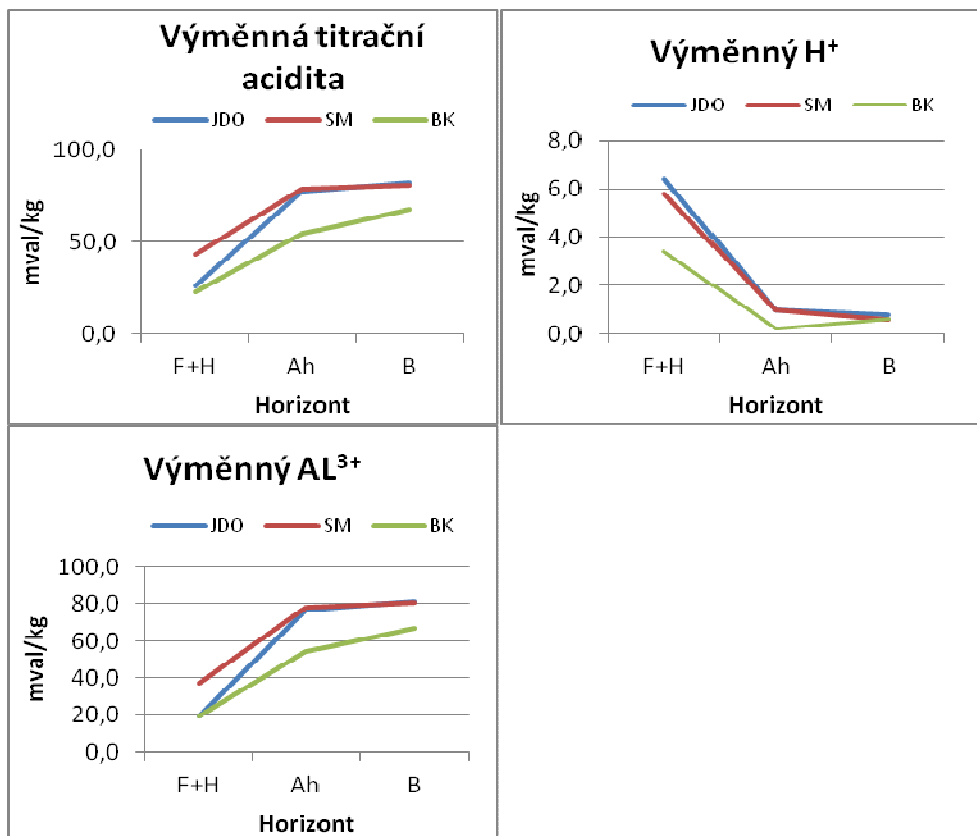
porostem v horním horizontu, v nižších vrstvách se pořadí změnilo. Nejvyšší bylo pod bukem, za kterým následovaly porosty smrku a jedle obrovské (obr. 101).

Hodnoty titrační acidity byly v organominerální vrstvě bukového porostu výrazně nižší než u ostatních jehličnatých porostů. Stejný trend se projevil i u výměnného vodíku a hliníku. Jiné rozdíly nebyly v jednotlivých horizontech statisticky prokázány (tab. 58).

Tab. 58. Stav výměnné titrační acidity

Porost	Dřevina	Horizont	Výměnná titrační acidita [mval/kg]	Výměnný H <sup>+</sup> [mval/kg]	Výměnný AL <sup>3+</sup> [mval/kg]
409 F (K03)	JDO	F+H	25,9a	6,4a	19,5a
		Ah	77,5a	1,0a	76,4a
		B	82,1a	0,8a	81,2a
	SM	F+H	43,2a	5,8a	37,4a
		Ah	79,0a	1,0a	78,0a
		B	81,0a	0,6a	80,3a
	BK	F+H	23,1a	3,4a	19,7a
		Ah	54,6b	0,2b	54,4b
		B	67,5a	0,6a	66,9a

Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.



Obr. 102. Výměnná titrační acidita, vodík a hliník

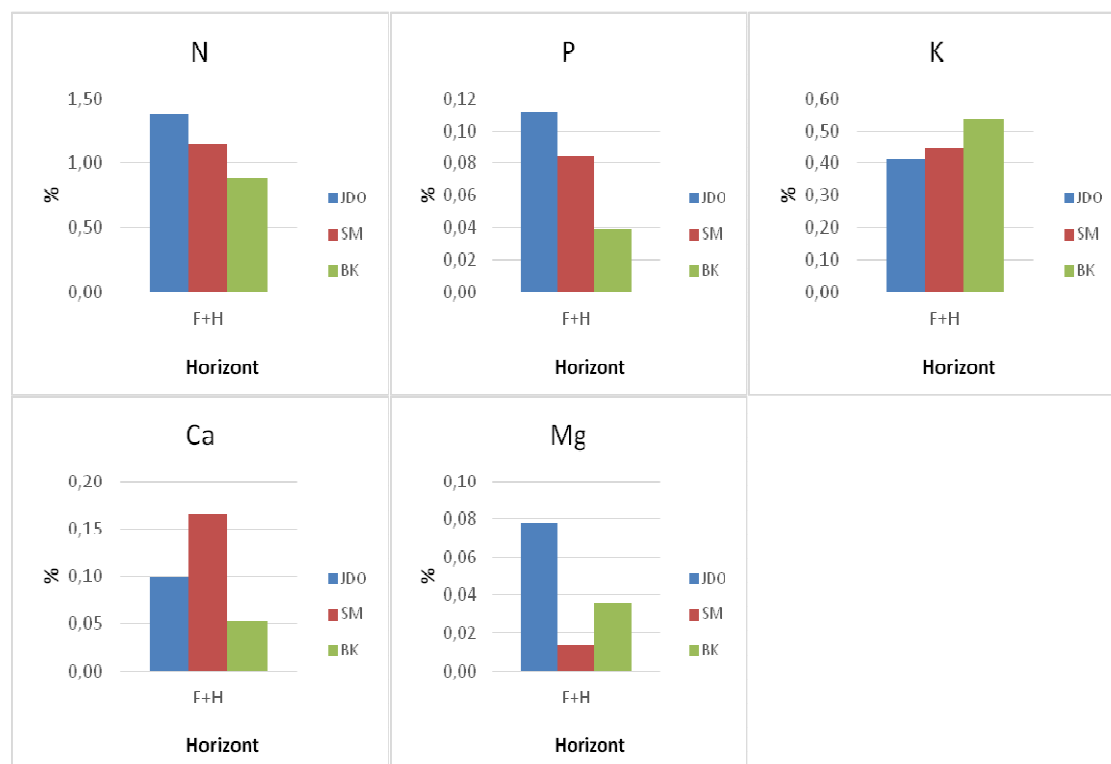
Nejnižší hodnoty výměnné titrační kyselosti byly v nadložním humusu pod bukem a jedlí, na druhé straně v hlubších vrstvách se hodnoty pod jedlovým porostem přiblížily k hodnotám pod porostem smrku. U výměnného vodíku byly hodnoty pod jedlovým porostem dokonce nejvyšší ze všech tří ploch. Nejnižší hodnoty byly zjištěny pod porostem buku. Obsah výměnného hliníku měl stejný trend jako výměnná titrační acidita (obr. 102).

Množství celkových živin na hektar vykazovalo různý trend. V jehličnatých porostech byl ve srovnání s bukem vyšší obsah dusíku. Také u celkového fosforu klesal obsah v pořadí jedle obrovská, smrk, buk. U obsahu celkového vápníku a draslíku nedošlo k významným statistickým rozdílům. Prokazatelně nejnižší obsah celkového hořčíku byl doložen pod porostem smrku a nejvyšší pod porostem jedle obrovské (tab. 59).

Tab. 59. Obsah celkových živin

Porost	Dř.	Horiz.	N		P		K		Ca		Mg	
			[%]	[kg/ha]	[%]	[kg/ha]	[%]	[kg/ha]	[%]	[kg/ha]	[%]	[kg/ha]
409 F (K03)	JDO	F+H	1,382b	240,76a	0,112b	18,76a	0,413a	76,02a	0,100a	13,93a	0,078b	12,36b
	SM	F+H	1,152b	207,86a	0,084ab	14,70a	0,446a	81,16a	0,166a	30,63a	0,014a	2,71a
	BK	F+H	0,886a	167,95a	0,039a	7,78a	0,540a	100,01a	0,053a	10,85a	0,036ab	6,71ab

Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.



Obr. 103. Obsah celkových živin v půdních horizontech F+H

Sestupné pořadí podle obsahu celkového dusíku měly hodnoty u vzorků půd pod jedlovým, smrkovým a bukovým porostem (obr. 103). Stejných výsledku bylo dosaženo v případě obsahu celkového fosforu. Obsah draslíku měl opačné seřazení, kdy nejvyšší hodnota byla získána pod bukovým porostem. U celkového vápníku byl zjištěn nejvyšší obsah v nadložním humusu smrku a nejnižší pod bukem. V případě celkového hořčíku bylo zjištěno nejvyšší množství pod porostem jedle obrovské, sestupně pak dále následovaly hodnoty zjištěné pod porostem buku a porostu smrku.

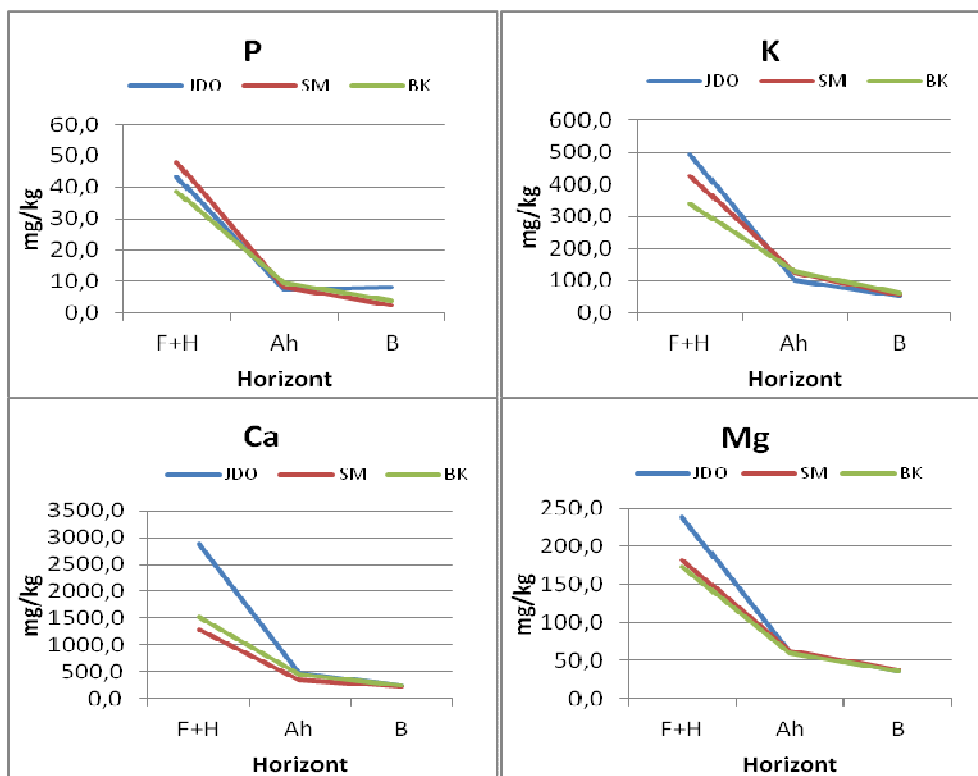
V obsahu přístupného fosforu byl v porovnání s ostatními dřevinami prokázán významný rozdíl v horizontu B pod porostem jedle obrovské. V obsahu přístupného draslíku a hořčíku nebyly v půdních vrstvách pod porosty rozdíly statisticky průkazné. V obsahu přístupného vápníku byl jediný průkazný rozdíl zaznamenán v nadložním humusu pod jedlí obrovskou, který byl násobně vyšší než pod porosty buku a smrku (tab. 60).

Tab. 60. Obsah přístupných živin pro rostliny

Porost	Dřevina	Horizont	Mehlich III			
			P [mg/kg]	K [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]
409 F (K03)	JDO	F+H	43,3a	492,0a	2866,6b	238,0a
		Ah	7,3a	101,6a	473,0a	62,0a
		B	8,3b	52,0a	244,3a	36,6a
	SM	F+H	48,0a	426,0a	1287,3a	182,0a
		Ah	8,3a	126,0a	345,3a	63,3a
		B	2,3a	56,0a	221,0a	38,3a
	BK	F+H	38,6a	337,3a	1514,6a	173,3a
		Ah	9,6a	129,6a	446,6a	60,3a
		B	4,0a	63,3a	241,6a	36,3a

Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.

U obsahu přístupného fosforu byl pokles do spodních vrstev podobný s rozdílem, že v nadložním humusu bylo pořadí smrk, jedle, buk a v minerálním horizontu jedle, buk, smrk. Přístupný draslík byl ve svrchní vrstvě pod jedlí nejvyšší, zatímco hlubších vrstvách měl hodnoty nejnižší v porovnání s ostatními porosty. Ve všech vrstvách měl nejvyšší hodnotu vápníku porost pod jedlí, nejviditelnější rozdíl byl zjištěn v holorganické vrstvě. Podobný trend byl zaznamenán i v obsahu přístupného hořčíku s výjimkou spodních horizontů, kde byla hodnota vyšší pod porostem smrku (obr. 104).



Obr. 104. Obsah přístupných živin zjištěných metodou Melich III

#### 5.4.2 Hrubá Skála

Při porovnání analyzovaných vzorků porostů jednotlivých dřevin a louky se na lokalitě Hrubá Skála v zásobě sušiny neprokázal významný rozdíl (tab. 61).

Tab. 61. Zásoba sušiny, obsah humusu, oxidovatelného uhlíku, spalitelných látek, dusíku a poměr C:N

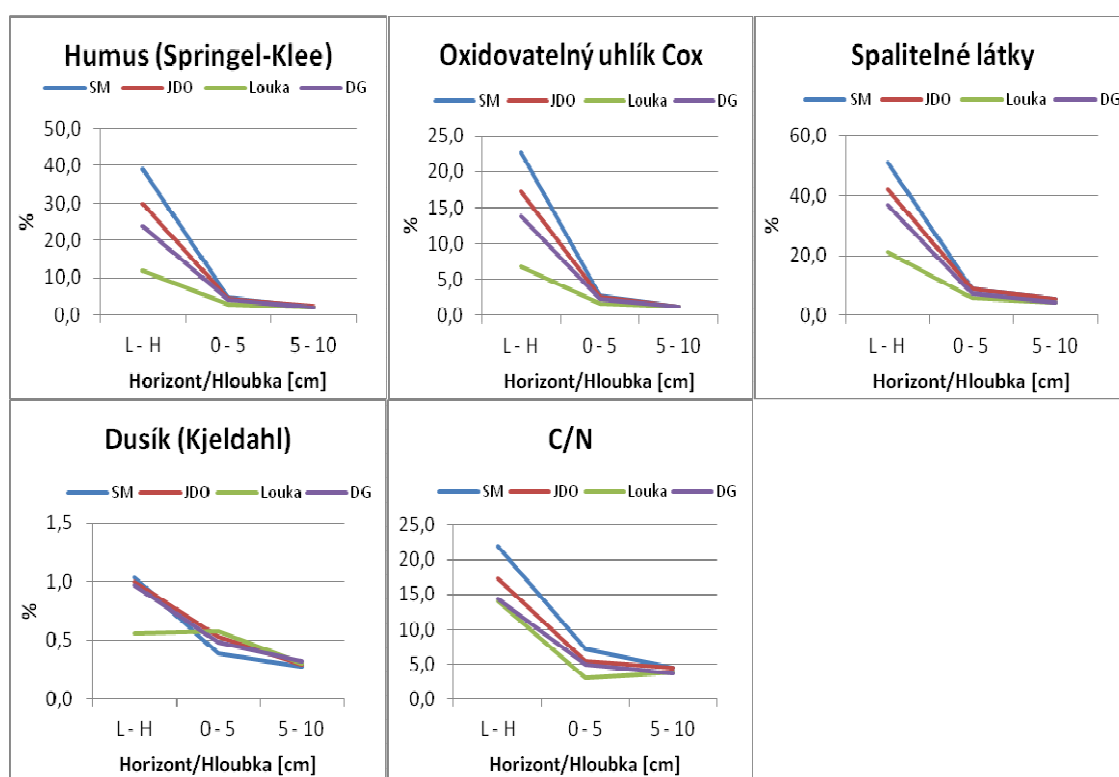
Plocha	Dřevina	Horizont/ Hloubka [cm]	Sušina t/ha	Humus (Springel- Klee) [%]	Oxidovatelný uhlík Cox [%]	Spalitelné látky [%]	Dusík (Kjeldahl) [%]	C:N
č. 214 (HS01)	SM	L - H	11,6a	39,11b	22,69b	50,95a	1,03a	21,99c
		0 - 5		4,75a	2,75a	9,04a	0,39a	7,17b
		5 - 10		2,02a	1,17a	5,54bc	0,27a	4,40a
	JDO	L - H	10,0a	29,82ab	17,30ab	41,87a	1,00a	17,26b
		0 - 5		4,51a	2,62a	8,95a	0,53a	5,38ab
		5 - 10		2,20a	1,28a	5,59c	0,29a	4,46a
	Louka	L - H	15,5a	11,87c	6,89c	21,08b	0,56b	14,05a
		0 - 5		2,85b	1,65b	5,74b	0,58a	3,07a
		5 - 10		1,97a	1,14a	4,21a	0,30a	3,76a
	DG	L - H	12,8a	23,94a	13,88a	36,86ab	0,97a	14,43ab
		0 - 5		4,04a	2,34a	7,52ab	0,48a	5,00ab
		5 - 10		2,10a	1,22a	4,27ab	0,32a	3,73a

Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.



Nejnižší obsah humusu byl zjištěn v nadložním horizontu louky, přičemž byl statisticky rozdílný vzhledem k porostům dřevin (tab. 61). U obsahu uhlíku a spalitelných látek nastala podobná situace. Průkazný rozdíl byl v holorganické vrstvě doložen i u obsahu dusíku, kde měla louka nižší hodnoty než půda zalesněná dřevinami.

U poměru C:N situace jednoznačná nebyla, neboť v organické vrstvě (L–H) se blížily nízké hodnoty pod porostem douglasky k louce. V nadložní vrstvě bylo pořadí obsahu humusu smrk, jedle obrovská, douglaska tisolistá, louka. V minerální vrstvě byly hodnoty srovnatelné. Stejně pořadí měl i obsah oxidovatelného uhlíku a spalitelných látek (obr. 105), jedná se o autokorelované veličiny.



Obr. 105. Obsah humusu, uhlíku, spalitelných látek, dusíku a poměr C:N

V případě dusíku byly hodnoty u dřevin v horní vrstvě ve srovnání s loukou vyšší, ale v hloubce 0–5 cm se trend obrátil. V hloubce 5–10 cm již rozdíly nebyly markantní. U vzájemného poměru uhlíku a dusíku i ve svrchní vrstvě minerální půdy v hloubce 0–5 cm byla hodnota nejvyšší pod porostem smrku, dále pod jedlí obrovskou, douglaskou tisolistou a nakonec pod travním porostem.

Aktivní a výměnná půdní reakce byly významně vyšší u louky (tab. 62). Nejnižší hodnoty potenciální půdní reakce se projevily pod porostem smrku, aktivní pH bylo nejnižší pod porostem douglasky. Obsah bází byl významně vyšší pod jedlí obrovskou

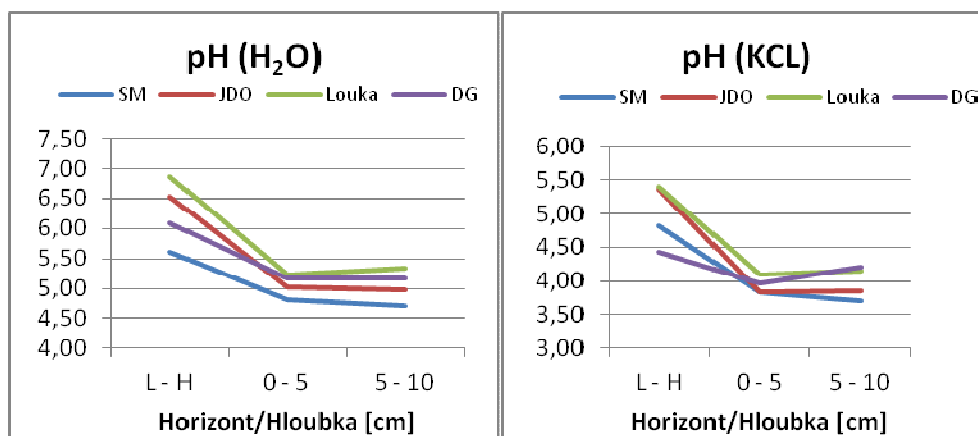
a naopak nejnižší v horní vrstvě pod loukou, kde byla i nejnižší hydrolytická acidita. Z hlediska kationtové kapacity se prokazatelně pozitivně lišil jedlový porost od louky. Z pohledu nasycenosti bázemi byla půda pod porostem jedle obrovské signifikantně lepší než pod porostem douglasky, ačkoliv se jedná o stejně rychle rostoucí dřeviny.

Tab. 62. Výsledky půdní reakce a hodnoty sorpčních komplexů

Plocha	Dřevina	Horizont/ Hloubka [cm]	pH/H <sub>2</sub> O	pH/KCl	S [mval/100g]	H [mval/100g]	T [mval/100g]	V [%]
č. 214	SM	L - H	5,61a	4,82c	31,83bc	23,53a	55,36a	57,74ab
		0 - 5	4,82b	3,83a	6,58ab	11,01a	17,59bc	37,20ab
		5 - 10	4,71c	3,70a	5,90ab	7,63a	13,53bc	43,32ab
	JDO	L - H	6,53bc	5,36a	44,88c	16,75a	61,63a	71,94a
		0 - 5	5,02ab	3,84a	9,71b	9,41a	19,12c	50,26b
		5 - 10	4,98a	3,86a	7,96b	7,68a	15,64c	50,82b
	Louka	L - H	6,86c	5,40a	15,59a	6,87b	22,46b	69,01a
		0 - 5	5,23a	4,09a	4,52a	4,81b	9,32a	47,50ab
		5 - 10	5,33b	4,16b	3,62a	4,17b	7,79a	45,40ab
	DG	L - H	6,08ab	4,44b	18,83ab	22,05a	40,79c	46,06b
		0 - 5	5,17a	3,97a	3,76a	8,12a	11,89ab	29,08a
		5 - 10	5,16ab	4,21b	3,00a	8,12a	11,12ab	23,75a

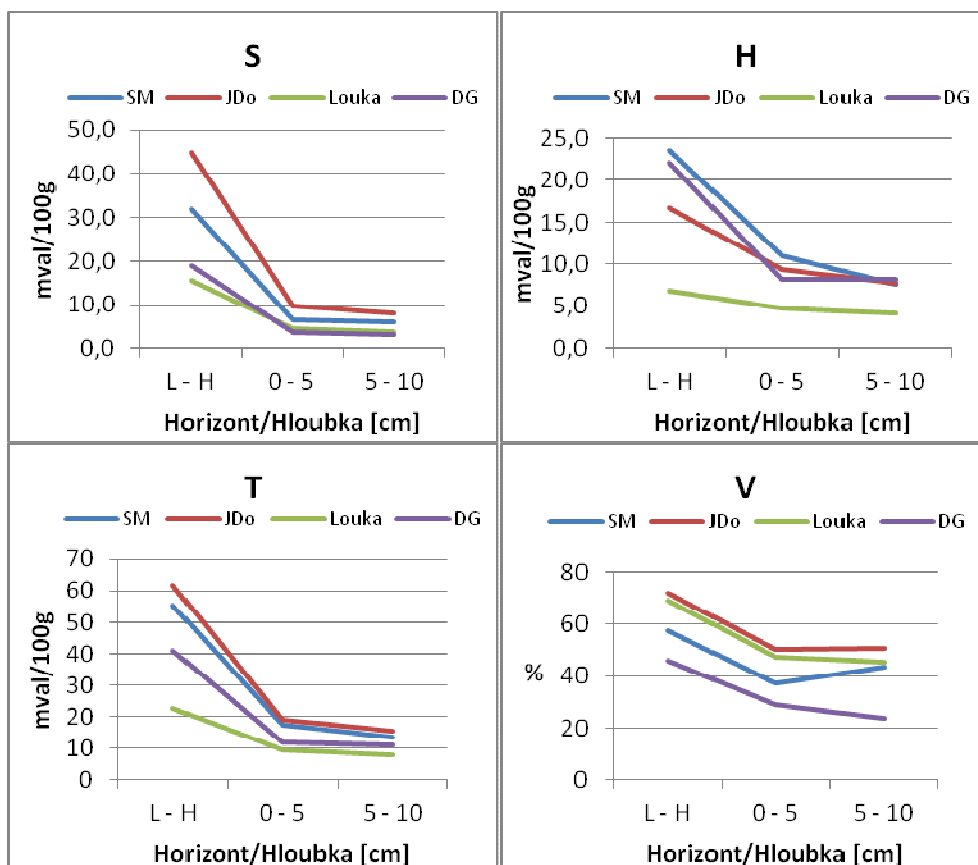
Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.

Pro lepší přehled je půdní reakce vyjádřena na obrázku 106, kde jsou grafy hodnot aktivního a výměnného pH. Aktivní pH louky mělo nejvyšší hodnotu, kterou následovala půda pod porostem jedle obrovské. Pod porostem douglasky byla hodnota tohoto ukazatele v horní vrstvě na třetím místě a v hloubce 5–10 cm se dostala na druhé pořadí. Hodnoty pod smrkovým porostem byly ve všech vrstvách nejnižší. U potenciálního pH v nadložním humusu byly nejvyšší hodnoty dosaženy u louky a nejnižší pod douglaskou, avšak v hloubce 5–10 cm zde byla hodnota nejvyšší. Sestupné pořadí porostů v nadložní humusové vrstvě podle obsahu bází bylo jedle obrovská, smrk, douglaska a louka.



Obr. 106. Půdní reakce

U obsahu bází se v nejhlubší vrstvě pouze vyměnilo pořadí mezi douglaskou a loukou. Podobné řazení bylo u kationtové výměnné kapacity, kromě změny ve spodní vrstvě půdy. Hydrolytickou aciditu vykazovala nejvíce půda pod smrkovým porostem následovaná půdou pod porostem douglasky, dále pod jedlí a nakonec pod loukou. V nasycenosti sorpčních komplexů bázemi dominoval ve všech vrstvách porost jedle obrovské, kde ho postupně následovala louka, porost smrku a douglasky (obr. 107).



Obr. 107. Půdní sorpční komplex

U titrační acidity ve svrchním horizontu byl prokazatelný rozdíl mezi půdami pod porosty smrku a douglasky a půdami pod porostem jedle a loukou. V hlubších vrstvách se všechny porosty mezi sebou významně odlišovaly. Stejný trend byl prokázán u výměnného hliníku. V případě vodíku se projevila významná rozdílnost u nadložní vrstvy pod porostem smrku (tab. 63).

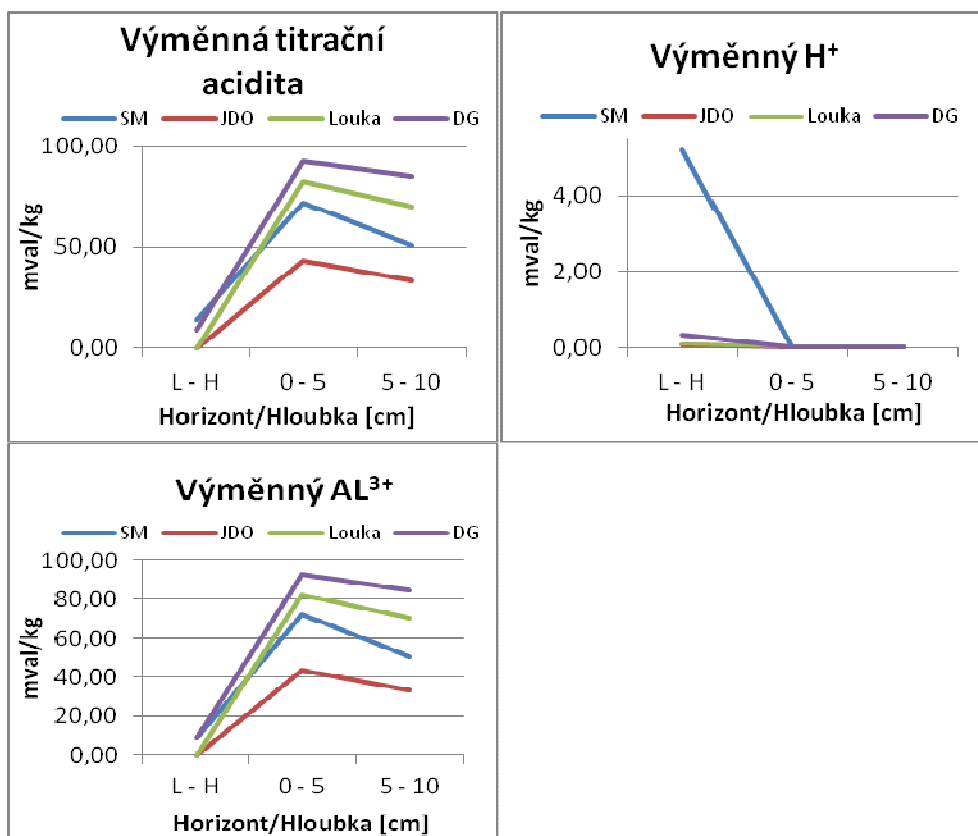
Stejně nízké hodnoty kyselosti v organických horizontech L–H byly zjištěny pod porostem jedle i loukou, vyšší hodnota byla pod porostem douglasky a nejvyšší pod porostem smrku. V hloubce 0–5 cm se pořadí změnilo, kdy nejmenší hodnota byla dosažena pod jedlí, za níž následovaly smrk, louka a douglaska. Stejná situace byla i v hlubší vrstvě, pouze s většími rozdíly hodnot. Pozitivní korelaci s výměnnou titrační

aciditou má výměnný hliník, který daný trend kopíruje. Vysoká hodnota výměnného hliníku u nadložního humusu smrku se jediná výrazně odlišuje, zatímco ostatní hodnoty jsou srovnatelné s údaji zaznamenanými pod porosty jedle, douglasky a loukou (obr. 108).

Tab. 63. Stav výměnné titrační acidity

Plocha	Dřevina	Horizont/ Hloubka [cm]	Výměnná titrační acidita [mval/kg]	Výměnný H <sup>+</sup> [mval/kg]	Výměnný AL <sup>3+</sup> [mval/kg]
č. 214 (HS01)	SM	L - H	14,00b	5,18b	8,83b
		0 - 5	72,01b	0,03a	71,98b
		5 - 10	50,79b	0,03a	50,76b
	JDO	L - H	0,10a	0,10a	0,00a
		0 - 5	43,63a	0,03a	43,60a
		5 - 10	33,36a	0,03a	33,33a
	Louka	L - H	0,10a	0,10a	0,00a
		0 - 5	82,38c	0,03a	82,35c
		5 - 10	70,37c	0,03a	70,34c
	DG	L - H	9,20b	0,37a	8,83b
		0 - 5	92,63d	0,03a	92,60d
		5 - 10	84,88d	0,03a	84,85d

Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.



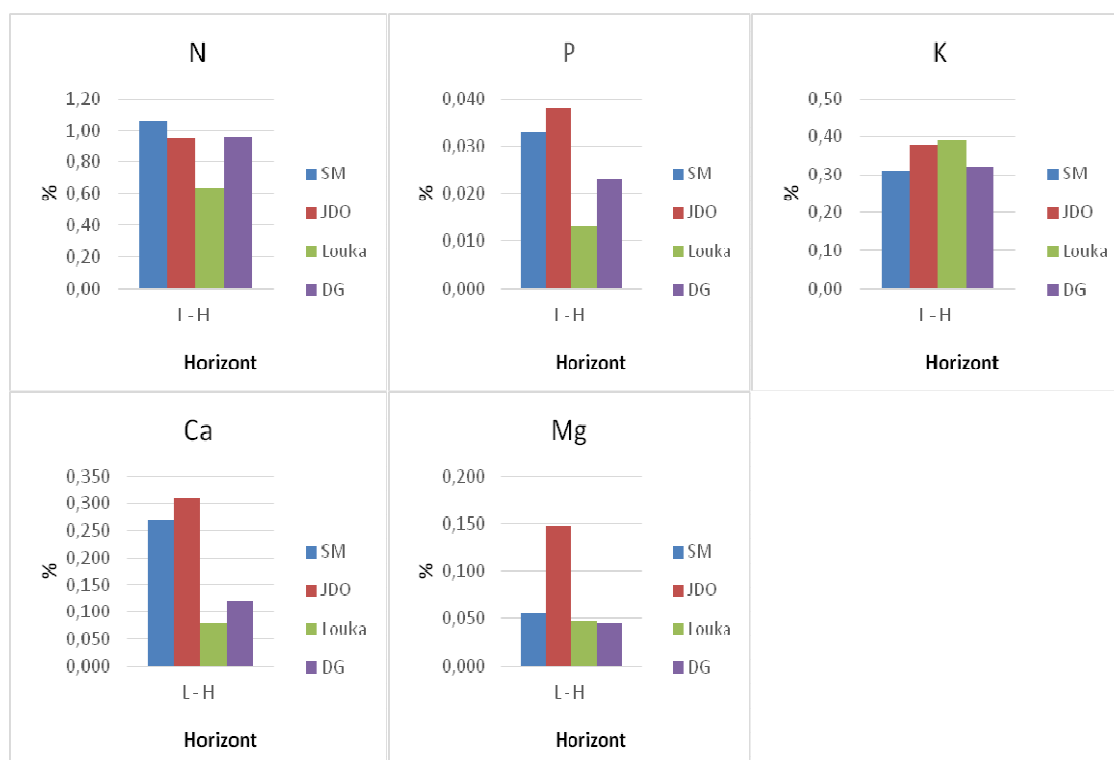
Obr. 108. Výměnná titrační acidita, výměnný vodík a hliník

Obsah celkového dusíku v holorganické vrstvě se odlišoval pouze procentuálně u louky, při přepočtu na hektar rozdíl významný nebyl. Naopak celkové hektarové množství fosforu a draslíku se prokazatelně lišilo mezi loukou a smrkovým porostem. Významně se odlišovaly hodnoty vápníku pod jedlí obrovskou a loukou a celkový obsah hořčíku převažoval pod porostem jedle obrovské nad ostatními plochami (tab. 64).

Tab. 64. Obsah celkových živin

Plocha	Dř.	Horiz.	N		P		K		Ca		Mg	
			[%]	[kg/ha]	[%]	[kg/ha]	[%]	[kg/ha]	[%]	[kg/ha]	[%]	[kg/ha]
118 B (HS01)	SM	L - H	1,06a	124,48a	0,033a	3,85a	0,31a	35,35a	0,27bc	31,70ab	0,056a	6,48a
	JDO	L - H	0,95ab	94,08a	0,038a	3,55ab	0,38a	38,73ab	0,31c	30,38a	0,148b	15,18b
	Louka	L - H	0,63b	88,23a	0,013a	1,23b	0,39a	56,40b	0,08a	11,85b	0,048a	6,40a
	DG	L - H	0,96a	123,15a	0,023a	2,80ab	0,32a	39,98ab	0,12ab	15,08ab	0,045a	5,88a

Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.



Obr. 109. Obsah celkových živin

Ze sloupcového grafu obsahu dusíku je zřejmé, že největší množství bylo sestupně zjištěno pod porosty smrku, douglasky, jedle a louky. U obsahu celkového fosforu bylo sestupné pořadí ploch jedle obrovská, smrk, douglaska a louka. U obsahu celkového draslíku, který byl docela vyrovnaný, byla nejvyšší hodnota zjištěna pod loukou, sestupně pak dále pod porosty jedle obrovské, douglasky a smrku. Pod

porostem smrku byl zjištěn největší obsah vápníku, v dalším pořadí následovaly půdy pod porosty jedle a douglasky a pod loukou. Při rozboru celkového hořčíku se ukázalo, že se několikanásobně vyšší obsah vyskytoval pod jedlí obrovskou oproti druhému porostu smrku, třetí louce a konečně douglasce (obr. 109).

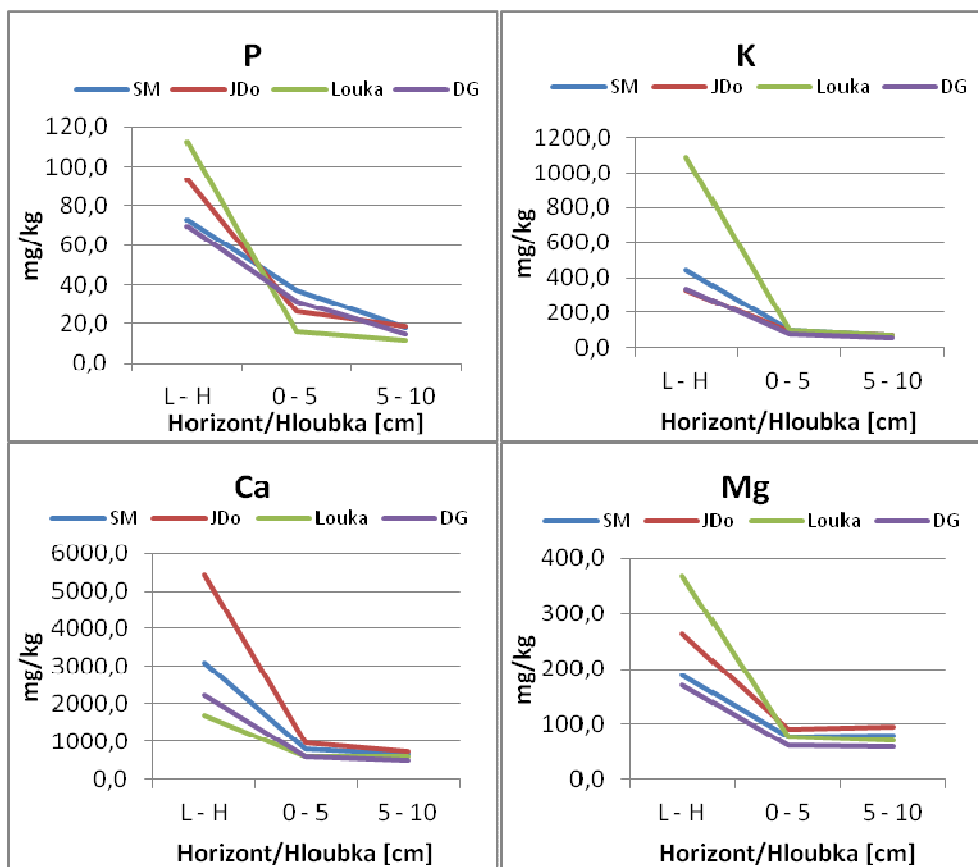
Podle metody Mehlich III byl statisticky významně odlišen obsah přístupného fosforu v horním horizontu louky. Signifikantní rozdíl obsahu přístupného draslíku a hořčíku byl podobný jako u předchozího prvku. Obsah přístupného vápníku v holorganické vrstvě byl prokazatelně rozdílný pod smrkem a v hloubce 0–5 cm pod jedlí obrovskou (tab. 65).

Tab. 65. Obsah přístupných živin pro rostliny

Plocha	Dřevina	Horizont/ Hloubka [cm]	Mehlich III			
			P [mg/kg]	K [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]
č. 214 (HS01)	SM	L - H	73,0a	443,0a	3097,0b	188,0a
		0 - 5	37,3a	96,3a	785,0ab	77,5a
		5 - 10	17,8a	69,8a	676,0a	78,8a
	JDO	L - H	93,5ab	328,0a	5437,5a	264,0ab
		0 - 5	26,5a	89,3a	958,8b	91,5a
		5 - 10	18,5a	70,5a	741,5a	96,3a
	Louka	L - H	112,5b	1086,5b	1705,5a	369,5b
		0 - 5	16,3a	102,3a	584,5a	78,0a
		5 - 10	11,8a	69,0a	590,5a	70,0a
	DG	L - H	69,5a	339,0a	2224,5ab	169,5a
		0 - 5	31,5a	76,3a	602,3a	62,0a
		5 - 10	14,8a	53,3a	484,5a	59,8a

Pozn.: Identické indexy označují skupiny vzorků bez statisticky významných rozdílů. Srovnávány jsou vždy horizonty stejného charakteru.

Obsah fosforu byl nejvyšší v horní vrstvě, ale směrem dolů klesal a v minerální vrstvě dosahoval nejnižších hodnot. Druhý nejlepší výsledek v holorganické vrstvě byl zjištěn pod jedlí obrovskou, která v hloubce 5–10 cm vykazala nejvyšší hodnotu. Stejně vyrovnaný trend byl u porostu smrku a porostu douglasky, kde hodnoty postupně klesaly až do nejhlubších vrstev a zaujaly zde ze všech čtyř porostů druhé a třetí nejlepší pořadí (obr. 110).



Obr. 110. Obsah přístupných živin podle metody Mehlich III

Nejlepší hodnoty obsahu přístupného draslíku v L–H vrstvě bylo dosaženo pod travním porostem, ale v minerální vrstvě byly všechny hodnoty již vyrovnané. V obsahu vápníku dominovaly hodnoty pod porostem jedle obrovské ve všech vrstvách, poté následovaly hodnoty pod porosty smrku, douglasky a pod loukou. Přístupný hořčík byl nejvíce obsažen v holorganické vrstvě louky, kde se prudkým poklesem tohoto prvku v hlubších vrstvách zastavil až na třetí nejvyšší hodnotě. Druhý nejvyšší výsledek ve svrchním horizontu byl pod porostem jedle obrovské, v minerální vrstvě se pak dostal na nejvyšší hodnotu. Nejnižší obsah hořčíku byl ve všech vrstvách zjištěn pod douglaskou.

## 6. Diskuse

### 6.1 Produkce jedle obrovské na výzkumných plochách

Produkční schopnost je jedním z důležitých ukazatelů pro výběr dřeviny v lesním hospodářství, a proto byla tomuto tématu věnována velká pozornost. Z výsledků je patrné, že v relativně mladém věku vykazovaly měřené porosty vysokou zásobu. V roce 2010 dosahovaly na území Školního lesního podniku na lokalitách Amerika (K01), Majzlovka (K03) a Svatbín (K02) ve věku 35 let, resp. v posledním případě 45 let vypočtené zásoby porostů podle objemových rovnic (PETRÁŠ, PAJTIK 1991) hodnot 699, 552 a 689 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. V letech 2012–2014 pokračovalo měření ploch jedle obrovské a pro porovnání nově i sousedních smrkových porostů. V případě lokalit Amerika a Majzlovka byl věk porostů smrku a jedle obrovské shodný (37 let v roce 2012). U plochy Svatbín měla jedlová plocha v roce 2012 stáří 47 let a smrkový porost byl o 8 let mladší. Zásoba jedle obrovské v roce 2012 se navýšila na 738, 583 a 732 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, tj. o 30 až 40 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. U smrkového porostu na lokalitě Amerika byla stanovena zásoba 392 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, na Majzlovce 388 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> a u Svatbína 347 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Ve třetím porostu byla dosažena nízká zásoba z důvodu silné probírky a vytvořených linek pro harvesterovou technologii. V roce 2013 se u jedle obrovské zvýšila produkce porostů na 792, 611 a 783 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, u smrku pak na 431, 419 a 396 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Při posledním měření v roce 2014 dosahovaly u jedle hodnoty 849, 654 a 834 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, u smrku pak 483, 466 a 446 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Ačkoli byl přírůst u porostů obou dřevin značný, v zásobě několikanásobně převyšovala jedle obrovská smrk.

Pro další srovnání lze využít růstových a taxačních tabulek ČR (ČERNÝ et al. 1996), kde byly vybrány dřeviny smrk ztepilý a borovice lesní na nejlepší bonitě. Uvažuje-li se zásoba výzkumných ploch K01 a K03 jedle obrovské měřené v roce 2014 a porovná se se smrkem ve 40 letech (423 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) a s borovicí ve stejném věku (360 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>), ukazuje se, že dochází k podobným rozdílům jako v předchozí situaci s porostem smrku. Při porovnání s tabulkovými hodnotami borovice je však rozdíl ještě vyšší. Stejně porovnání se smrkem a borovicí ve věku 50 let (zásoby 534 a 432 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) lze provést u výzkumné plochy K02. Dochází zde sice k velkému rozdílu, přesto je menší než na výzkumné ploše K01.

Pro porovnání byly využity i britské výnosové tabulky pro jedli obrovskou (CHRISTIE, LEWIS 1961), které rozlišují čtyři bonitní stupně. Na nejlepší bonitě se tabulková zásoba hlavního porostu jedle obrovské ve věku 40 let pohybuje na 546 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, čemuž se nejvíce přibližuje výzkumná plocha K03 Majzlovka, ostatní plochy



měly objem vyšší. V britských tabulkách jsou rovněž uvedeny příklady z naměřených údajů, ze kterých lze využít zásobu porostu ve věku 36 let ze Skotska ( $683 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), což je vyšší hodnota v porovnání s výzkumnou plochou K03 Majzlovce a přibližně srovnatelný s výzkumnou plochou K01 Amerika.

Další srovnání umožňují údaje HOFMANA (1963), který ve své publikaci popisuje porost jedle obrovské na Hrubé Skále vyhodnocený ve 37 letech, jehož zásoba dosáhla  $417 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . I v tomto případě je nejbližší srovnatelný porost na lokalitě K03 Majzovka. Jiné srovnání lze provést s porostem douglasky tisolisté u Svatbína na Školním lesním podniku, kde ve věku 47 let činila zásoba  $645,7 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (TAUCHMAN et al. 2010) a ve 44 letech byla v jiném porostu zaznamenána hodnota  $669 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (HART 2005). V prvním případě měla jedle vyšší zásobu o téměř  $86 \text{ m}^3$ , ve druhém byl rozdíl nižší o  $20 \text{ m}^3$ . Je však třeba vzít v potaz, že douglaska byla o rok mladší a zásoba by tedy mohla být ve stejném věku shodná.

V jiném případě byla na území Slovenska zjištěna ve věku 30 let zásoba douglasky  $442 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (KUBEČEK et al. 2014). Porovná-li se o 5 let starší porosty jedle obrovské z Kostelce nad Černými lesy s touto zásobou, činil by rozdíl u Majzlovky  $110 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  a u Svatbína  $257 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Při tempu růstu douglasky by ve stejném věku (35 let) byly zásoby porostu ze Slovenska přinejmenším srovnatelné s porostem na ploše K03 Majzlovce.

Šetření bylo zaměřeno i na mladší porosty ve věku 20 let, které byly hodnoceny v lesích v majetku rodu Kinských u Žďáru nad Sázavou. Uměle založené porosty měly rozdílné podmínky, které jsou příčinou jejich odlišné zásoby ( $325, 140, 187 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Rozdíly byly způsobeny i různou hustotou a konkurenčním působením stromů z okolních porostů (boční i horní zástin).

Porovnání zásoby těchto mladších porostů je opět možné na základě růstových (ČERNÝ et al. 1996) a taxačních tabulek pro smrk, kdy tabulková hodnota dosahuje na bonitě +1 ve věku 20 let  $152 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Rozdíl zásob na ploše Z01 oproti tabulkovým hodnotám smrku je dvojnásobný. Vyšší objem je rovněž u plochy Z03 o  $35 \text{ m}^3$ , naopak u plochy Z02 je hodnota o  $12 \text{ m}^3$  menší. Z tabulek byl k porovnání využit ještě údaj pro borovici na nejlepší bonitě, který činil ve 20 letech  $157 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Rozdíl zásob borovice a smrku je však pouze  $5 \text{ m}^3$ , tj. trend je podobný jako při srovnávání se smrkem.

Stejně srovnání lze provést s anglickými výnosovými tabulkami pro jedli obrovskou (CHRISTIE, LEWIS 1961), kde má ve věku 20 let na první bonitě zásoba hodnotu  $230 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Přestože je tabulková hodnota jedle obrovské výrazně vyšší než u domácích dřevin, zásoba plochy Z01 ji stále přesahuje o  $105 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . V případě výzkumné plochy Z02 (a Z03) je tedy objem nižší o  $90$ , resp. o  $43 \text{ m}^3$ . Podle tabulkové zásoby se jedna plocha jeví jako vysoce produktivní a zbylé dvě jako průměrné. Je

však třeba zdůraznit, že podmínky ve Velké Británii jsou z hlediska nároků jedle obrovské zejména klimaticky výrazně příznivější.

Pro přesnější porovnání z hlediska klimatických podmínek je možno využít vyhodnocení zásoby jedle obrovské, které bylo provedeno na školním polesí Hůrky u Písku, kde se touto problematikou zabýval WOLF (1998c). Zjištěné zásoby z polesí Hůrky dosáhly ve věku 20 a 25 let hodnot 160 a 230 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Při srovnání zásob ve shodném věku (20 let) je značný rozdíl mezi školním polesím a výzkumnou plochou Z01 v majetku rodu Kinských, který činí takřka dvojnásobek. Dokonce ani 25 letý porost na školním polesí nedosáhl podobné zásoby. Na výzkumných plochách Z02 a Z03 u Žďáru nad Sázavou už nebyl rozdíl v zásobě velký. Výzkumná plocha Z02 měla nižší objem o 20 m<sup>3</sup> v porovnání s 20letým porostem na školním polesí. V dalším porovnání rozdíl zásob činil 27 m<sup>3</sup> ve prospěch výzkumné plochy Z03. Ze všech vyhodnocených ploch má nejnižší zásobu výzkumná plocha Z02. Důvodem je silná konkurence jak ze strany okolního porostu, tak ze strany výstavku jedle bělokoré, který roste přímo na ploše. Přestože vyšší polohy Českomoravské vrchoviny nepředstavují pro jedli obrovskou optimum, dosahují zde její porosty zajímavých zásob. Jedle obrovská tak představuje produkčně velmi významnou dřevinu.

## 6.2 Přírůstová analýza vzorníků

Pro správné pěstování dřevin je důležité zjistit jejich růstové vlastnosti v různém věku a podmínkách, k čemuž slouží vzorníky jedle obrovské pro zpracování přírůstové analýzy. Vzorníky byly odebrány ze tří různých lokalit, takže reprezentují odlišné podmínky ve středních Čechách, západních Čechách a na Vysočině.

Na Školním podniku v Kostelci nad Černými lesy bylo ze tří výzkumných ploch (K01, K02, K03) odebráno 6 vzorníků, které se vyznačovaly širokým věkovým rozpětím od 35 let do 47 let. Tento rozdíl se projevil i na hodnotách přírůstů. Pro běžný roční tloušťkový přírůst se nejvyšších hodnot dosáhlo mezi 10 až 14 lety, kdy se přírůst pohyboval od 11,5 do 8,88 mm. Průměrný roční přírůst vyvrcholil ve 23 až 31 letech v rozmezí hodnot od 8,58 až 6,66 mm. V porovnání s douglaskou tisolistou ze stejné oblasti (TAUCHMAN 2007), kdy běžný roční přírůst kulminoval mezi 10–15 lety s hodnotou 18,4–13,1 mm a průměrný roční přírůst dosahoval maxima 12,1–9,4 mm od 17 do 23 let, vykazuje jedle obrovská nižší tloušťkový přírůst. Kruhová základna dosáhla u běžného ročního přírůstu maxima ve věku 21 let s hodnotami mezi 3012 a 2694 mm<sup>2</sup>. Pro průměrný roční přírůst se hodnoty ustálily na 1685 mm<sup>2</sup> ve věku 40 a 41 let. Vyhodnocení objemového růstu ukázalo, že kulminace běžného ročního přírůstu

nastaly ve 31 až 44 letech s hodnotou od 0,053 do 0,032 m<sup>3</sup> a kulminace průměrného ročního přírůstu ve věku 57 až 89 let s hodnotou 0,031–0,021 m<sup>3</sup>.

Na ploše KO01 v blízkosti Kynšperka nad Ohří byly pokáceny dva vzorníky ve věku 45 let, u kterých byly analyzovány přírůsty tloušťky, kruhové základny a objemu. Pro tloušťkový růst byla stanovena kulminace běžného ročního přírůstu ve 13 a 18 letech s hodnotou 12,78 a 17,51 mm. Průměrný roční přírůst kulminoval při 7,73 a 8,95 mm ve 31 a 28 letech. V případě přírůstu kruhové základny se běžný roční pohyboval na 5255 a 2765 mm<sup>2</sup> ve 24 a 21 letech. Průměrný roční přírůst kulminoval na hodnotách 2188 a 1750 mm<sup>2</sup> ve věku 32 a 29 let. Běžný a průměrný roční objemový přírůst kulminovaly na 0,052 a 0,044 m<sup>3</sup> ve 32 a 55 letech, resp. na 0,028 a 0,031 v 56 a 113 letech. Ve srovnání se vzorníky z Kostelce nad Černými lesy byly hodnoty běžného tloušťkového přírůstu a průměrné kruhové základny vyšší. Ostatní přírůsty dosahovaly podobných hodnot.

Na majetku rodu Kinských na lokalitě Babín u Žďáru nad Sázavou se ve třech porostech vytěžilo po jednom vzorníku, a to shodně ve věku 20 let. Následná analýza určila kulminaci běžného ročního tloušťkového přírůstu v rozmezí od 9,59 do 15,17 mm ve věku 6 až 11 let. U průměrného ročního přírůstu ke kulminaci došlo na hodnotách 5,80 až 8,31 mm ve stáří 12 až 21 let. Běžný roční přírůst kruhové základny dosahoval maximálních hodnot od 718 do 1156 mm<sup>2</sup> ve věku od 11 do 21 let. Ke kulminaci průměrného ročního přírůstu došlo ve věku 23 až 40 let na hodnotách v rozmezí 487 až 850 mm<sup>2</sup>. Vyrovnání objemového přírůstu a stanovení jeho maxima se pro nízký věk vzorníků nepodařilo.

Podobné studie byly řešeny na Školním podniku v Kostelci nad Černými lesy. Zabývaly se růstovými vlastnostmi metasekvoje čínské (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheby) (LIAO, PODRÁZSKÝ 2000) a o rok později bylo provedeno šetření (LIAO, PODRÁZSKÝ 2000) borovice vejmutovky (*Pinus strobus* L.). Pro vejmutovku bylo stanoveno maximum běžného tloušťkového přírůstu v 7 letech na 25,7 mm a maximum průměrného přírůstu v 15 letech na hodnotě 21,8 mm. U metasekvoje čínské se běžný tloušťkový přírůst kulminoval na 8,91 mm ve 13 letech a průměrný dosáhl nejvíce na 7,0 mm v 18 letech. Pro tuto dřevinu byl ještě stanoven objemový přírůst, kde vrcholu běžného ročního přírůstu bylo dosaženo ve 33 letech s hodnotou 0,011 m<sup>3</sup>, zatímco kulminace průměrného ročního přírůstu nastala v 68 letech na hodnotě 0,008 m<sup>3</sup>. Porovnájí-li se obě dřeviny s vyhodnocenými údaji pro tloušťkový přírůst, ukazuje se, že borovice má dřívější dobu kulminace na vyšších hodnotách než u většiny vzorníků jedle obrovské. V porovnání metasekvoje s jedlí obrovskou byla doba kulminace obou dřevin shodná, naopak hodnoty tloušťkového a objemového přírůstu byly vyšší.

Další možnost srovnání tloušťkového přírůstu představují dříve publikované informace (HOFMAN 1963). V citované studii jsou obsaženy i výsledky analýzy vzorníků z dvacetiletého porostu u Hrubé Skály, které byly rozděleny podle postavení v porostu (podúroveň, úroveň, nadúroveň). Nejlepších hodnot dosáhly logicky nadúrovňové stromy, jejichž běžný roční přírůst dosáhl v 15 letech maxima 12,3 mm a průměrný roční přírůst v 25 letech 9,9 mm. Úrovňové stromy se vyznačovaly nižšími hodnotami běžného a průměrného ročního přírůstu o velikosti 8,7 a 6,4 mm (věk 15 a 20 let). Nejnižší hodnoty byly dosaženy u podúrovňových stromů, a to u běžného a průměrného ročního přírůstu 5,2 a 3,7 mm v 15 a 20 letech. Většina hodnot tloušťkového přírůstu se u vyhodnocených vzorníků shoduje se vzorníky nadúrovňových stromů a zbytek hodnot koresponduje se vzorníky úrovňových stromů z Hrubé Skály. Doba kulminace obou přírůstů dosahovala u některých jedinců srovnatelného věku se vzorníky nadúrovňových stromů, ale vyskytly se i vzorníky s nižším věkem kulminace, které spadaly ke vzorníkům úrovňových stromů z Hrubé Skály. To naznačuje, že odebrané vzorníky byly vybrány z úrovňových a nadúrovňových stromů, které nejlépe reprezentují daný porost.

Přírůsty všech vyhodnocených parametrů jedle obrovské ukazují na značně produktivní a rychle rostoucí dřevinu, která může být využita v lesním hospodářství pro zvýšení zásoby porostu, ale musí se počítat s kratší dobou obmýtí a intenzivnějšími výchovnými zásahy.

### **6.3 Provenienční plocha Hrubá Skála**

Nadprůměrný růst jedle obrovské byl kromě proveniencí původem z ostrova Vancouver v Britské Kolumbii dosažen také u jednotky 12005 Bear Mountain z pobřeží Washingtonu, avšak růst materiálu pocházejícího z obchodního osiva z neznámé lokality rovněž ve Washingtonu byl o něco nižší. Nejpomalejší byl růst proveniencí z oblastí Oregon-Kaskády a Idaho-Montana. Smrk ztepilý v zásobě předstihl pouze nejhorší provenienci jedle obrovské. Stejná situace nastala u douglasky, a to přesto, že bylo u této dřeviny v daném věku evidováno nejvíce jedinců. Pravděpodobně u ní již došlo k přeštíhlení, neboť je pro ni typická špatná autoredukce. Nejnižší zásoby dosáhla jedle bělokorá, ačkoliv má na ploše v porovnání s dalšími dřevinami vhodné, tedy spíše živnější a vlhčí mikrostanovištní podmínky (viz PODRÁZSKÝ et al. 2016). Roli zde pravděpodobně hraje provenience v kombinaci se zastíněním okolními, rychleji rostoucími dřevinami. Při porovnání produkce proveniencí jedle obrovské byly obdobné výsledky zjištěny i v zahraničních provenienčních pokusech založených v Německu (KÖNIG 1995; KLEINSCHMIT et al. 1996; RAU et al. 2008) či Polsku (KULEJ, SOCHA 2008),

kde provenience Bear Mountain z pobřeží Washingtonu a Salmon River z Vancouveru v Britské Kolumbii, ale i jiné provenience z daných oblastí, patřily rovněž k nejproduktivnějším.

LIESEBACH et al. (2008) hodnotili v Rakousku 5 výzkumných ploch s 19 proveniencemi jedle obrovské pocházejícími především z Kaskád, které jsou považovány za více rezistentní vůči suchu a pozdním mrazům. Na kyselém podkladu zde jedle obrovská předstihuje jedli bělokorou i smrk ztepilý a vyrovnává se douglasce tisolisté. Růst stejných proveniencí na jednotlivých plochách je však rozdílný a jen několik z nich vyniká na všech lokalitách. Vzhledem k nízkému věku materiálu však autoři ještě neformulují konkrétní závěry. Za problém označují vysokou náchylnost vůči václavce, která některé plochy zcela zdecimovala.

Měření jedle obrovské (20–45 let) bylo provedeno i na 23 výzkumných plochách v Německu (v nadmořské výšce od 53 do 150 m n. m. a s průměrnou roční teplotou 7,5–8,5 °C), kde byla zjištěna horní výška ( $H_{100}$ ) podle sto nejvyšších jedinců (LOKOW, LOKOW 2007). Při srovnání průměrné výšky (22,8 m) s horní výškou (24 m) na 1. bonitě nebo horní výškou (22 m) na 2. bonitě získanými v Německu, lze konstatovat, že průměrná výška proveniencí z Hrubé Skály (36 let) dosahovala podobných hodnot. Nicméně, je třeba vzít v úvahu, že průměrná výška proveniencí z Hrubé Skály nebyla počítána podle nejvyšších jedinců.

Relativně novější výsledky jsou z ČR k dispozici z výzkumné plochy Strnady (střední Čechy) hodnocené ve věku 28 let (ŠKORPÍK et al. 2013) a z výzkumné plochy Habr (západní Čechy) hodnocené 31 let od výsadby, tj. ve věku 33 let (KREJZEK et al. 2015). Na výzkumné ploše Strnady (ŠKORPÍK et al. 2013) ve shodě s výsledky jiných autorů vynikaly provenience z oblastí ostrova Vancouver a z washingtonského pobřeží, zatímco provenience z oregonských Kaskád dosahovaly tradičně nejnižších hodnot. Nejlepší růst byl tedy zaznamenán u proveniencí ze západních a severních oblastí přirozeného areálu jedle obrovské (pozitivní korelace mezi zeměpisnou šířkou místa původu a výškovým růstem). Na ploše Habr (KREJZEK et al. 2015), kde je sledováno celkem 24 proveniencí z 5 oblastí, byla jako nejlepší z hlediska všech posuzovaných parametrů hodnocena provenience 12040 Salmon River, u které dosahoval medián výšek 18,3 m a medián výčetních tloušťek 20,5 cm. Objem hroubí průměrného jedince u této provenience činil 0,33 m<sup>3</sup>. Jako další v pořadí následovala provenience 12002 Tulalip z pobřeží státu Washington s výškou 17,9 m, výčetní tloušťkou 19,3 cm a objemem 0,28 m<sup>3</sup>. Na ploše Hrubá Skála je ověřováno sedm shodných proveniencí (5 z Vancouveru, 1 z Kaskád Oregonu a 1 z Idaha). Při hodnocení proveniencí podle širších oblastí jejich původu (FLETCHER 1986) lze opět konstatovat shodu s jinými pracemi.

Srovnání produkce umožňuje rovněž hodnocení jedle obrovské ve středních Čechách (FULÍN et al. 2013), kde ve 35 letech dosahovaly zásoby  $725 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (3S - svěží dubová-bučina, 320 m n. m., porost bez výchovných zásahů), resp.  $563 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (4P = kyselá dubová-jedlina, 430 m n. m., porost s předchozí slabou probírkou). Jiný porost (3O = svěží jedlo-dubová-bučina, 420 m n. m., vychovávaná monokultura) měl ve věku 45 let zásobu  $689 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Autoři uvádějí, že jedle obrovská vykazuje v mládí větší rozdíl zásoby vzhledem ke smrku a jedli bělokoré než ve vyšším věku, což může být podle nich způsobeno strmějším nástupem produkce a dřívější kulminací přírůstu v čistých porostech než u domácích dřevin. Ve vyšším věku dochází ve srovnání s jinými dřevinami ke snížení dynamiky přírůstu. Při porovnání s douglaskou tisolistou je produkce jedle obrovské srovnatelná nebo i vyšší (až o 15 %). Při porovnání se smrkem ztepilým a jedlí bělokorou z růstových tabulek (ČERNÝ et al. 1996) převyšovala zásoba jedle obrovské ve 35 letech zásobu smrku o 57 % a jedle bělokoré o 46 %. Ve věku 45 let však smrk převyšovala již pouze o 39 % a domácí jedli o 24 %. Při obdobném porovnání průměrné zásoby jedle obrovské na lokalitě Hrubá Skála se smrkem ztepilým a jedlí bělokorou (věk 35 let) převyšovala zásoba introdukované dřeviny smrk o 66 % a jedli bělokorou o 55 %.

Podle BERANA (2006) by provenience původem z Vancouveru neměly být na území ČR využívány v mrazových polohách a nad 500 m n. m., protože časněji raší a jsou náchylnější k zimním mrazům. U vnitrozemských proveniencí z Idaha a Montany je růst sice indiferentní (pomalejší), ale zato s předpokladem vyšší odolnosti k suchu a mrazu. Provenience 12038 Clearwater a 12026 Plummer Hill z dané oblasti původu se v ČR ukazují jako nevhodné na oglejených a zamokřených stanovištích. Jako nevhodné se pro pěstování v ČR jeví i provenience z Kaskád Oregonu, na jejichž vysoké ztráty ostatně upozorňují i KLEINSCHMIT et al. (1996) aj. U potomstev proveniencí z jihu Oregonu uvádí KÖNIG (1995) kromě vysokých ztrát i vysoké procento vidličnatých jedinců. Poznatky o růstu proveniencí jedle obrovské na výzkumných plochách byly zohledněny v návrhu modifikace doporučení pro výběr zdrojových oblastí v rámci severoamerického areálu, z nichž je přípustné dovážet reprodukční materiál tohoto druhu dřeviny do ČR (BERAN et al. 2016). Dosavadní vymezení doporučených oblastí na území Washingtonu návrh rozšiřuje, nově pak počítá i s možností dovozu proveniencí původem z jižní části ostrova Vancouver z kanadské provincie Britská Kolumbie. Pro další experimentální ověřování v podmínkách ČR se uvažuje především s proveniencemi ze semenářské oblasti North v Idahu vzhledem k jejich předpokládané vyšší toleranci k suchu, které se ve střední Evropě začíná ukazovat jako významný limitující faktor.

Výsledky vyhodnocení provenienční plochy byly zpracovány formou vědeckého článku a budou v nejbližší době publikovány.

#### **6.4 Vliv jedle obrovské na stav lesních půd**

Chemická, biologická či fyzikální změna půdy je vyvolávána několika hlavními faktory (např. klimatem, podložím, znečištěním). Značný vliv na půdní složku mají také dřeviny (AUGUSTO et al. 2002), které dlouhodobě působí např. na úrodnost půdy. Každá dřevina má jiný vliv na stav lesních půd, a proto byly v porostech jedle obrovské provedeny rozborů půdních vrstev a výsledky byly srovnány se stavem půd v porostech jiných dřevin. Pro analýzy byly vybrány plochy na Školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy a na lokatitě Hrubá Skála.

Na území Školního lesního podniku byly provedeny pedochemické analýzy ve dvou porostech jedle obrovské a pro srovnání ve dvou porostech smrku ztepilého a jednom porostu buku lesního. Z výsledků vyplývá, že zásoba nadložního humusu byla ve všech porostech vyrovnaná. K podobným výsledkům dospěly i jiné studie (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008b, 2009). V případě oxidovatelného uhlíku na výzkumné ploše K01 byl zjištěn vyšší obsah ve spodních vrstvách pod smrkem, což může značit pomalejší rozklad smrkového opadu. Obsah celkového dusíku na výzkumné ploše K03 se však projevil průkazně nejvyšší u jedle obrovské, přičemž nejnižší byl u buku, u kterého dochází k rychlejšímu rozkladu a transformaci opadu. V obou porostech se ukázalo, že hodnota půdní reakce je u humusových forem pod porosty jedle obrovské vyšší ve srovnání se smrkem, ale nižší ve srovnání s bukem. Stejný trend byl pozorován i u nasycení sorpčního komplexu a u výměnné titrační acidity, kde se hodnoty jedle obrovské pohybovaly mezi hodnotami jehličnanů a listnáčů. Stejných výsledků bylo dosaženo i v jiných případech (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008b, 2009). Obsah celkových živin byl na každé lokalitě jiný, kdy na výzkumné ploše K01 jedle obrovské byly draslík a vápník vyšší a na výzkumné ploše K03 byl obsah dusíku, fosforu a hořčíku také vyšší ve srovnání se sledovanými porosty domácích dřevin. U obsahu přístupných živin podle metody Mehlich III byly doloženy statistické rozdíly jen u vápníku, který byl vyšší pod porostem jedle obrovské. Stejný rozdíl byl evidentní i u obsahu hořčíku, ale nebyl tak významný. Lze říci, že jedle obrovská ve srovnání se smrkem ovlivňuje stav půd příznivě, na druhé straně však její intenzivní růst snižuje obsah některých živin (v celkové formě dusík na výzkumné ploše K01 a draslík na ploše K03, v přístupné formě fosfor a draslík na ploše K01). Ve směsi s jinými jehličnany jedle obrovská přesto zlepšuje humusovou formu, podobně jako douglaska tisolista (KUBEČEK et al. 2014; ULBRICHOVÁ et al. 2014).

Na lokalitě Hrubá Skála, kde byla zemědělská půda zalesněna introdukovanými a domácimi dřevinami (jedle obrovská, douglaska tisolistá, smrk ztepilý a jedle bělokorá), se během 34 let poměrně významně změnil její stav. Obdobná změna půdních vlastností je doložena i u jiných autorů (KACÁLEK et al. 2007, 2013). Ačkoliv se postupně začala akumulovat nová vrstva nadložního humusu v počátečním stadiu přeměny, přesto nebyly dosud zjištěny významné statistické rozdíly v hodnotách většiny pedochemických charakteristik mezi jednotlivými dřevinami. Podstatná část vytvořené primární produkce je tak dosud poutána dendromasou. Přesto již byly výrazně pozměněny pedochemické vlastnosti od svrchního horizontu až po hloubku 10 cm minerální půdy. Postupně se začíná projevovat větší prohumóznění hlubších vrstev a pokles hodnot pH ve srovnání se sousední nezalesněnou loukou. Po zalesnění zemědělského pozemku se začíná stav půd více blížit k typickému lesnímu prostředí. Při porovnání porostů dřevin s loukou se nízký obsah organické hmoty v půdě travního porostu projevoval v souvislosti s nižším obsahem bází, na druhé straně vyšším nasycením sorpčního komplexu bázemi. Iniciální koloběh živin v porostech lesních dřevin se odrazil i ve vyšších hodnotách celkových živin v holorganickém horizontu pod nimi, pouze v některých případech nebyl prokázán statisticky významný rozdíl. Ukázala se zde celkem příznivá role jedle obrovské. Tyto výsledky byly publikovány (PODRÁZSKÝ et al. 2016).

Celkově lze konstatovat, že šetření na obou lokalitách prokázalo příznivější pedochemické výsledky jedle obrovské ve srovnání se smrkem ztepilým, nicméně v porovnání s listnatými dřevinami nedosahuje tak dobrých hodnot. Ačkoliv jsou porosty jedle obrovské dosud mladé, již se stačily projevit rozdíly v půdní reakci a stavu půdního sorpčního komplexu, které lze pro lesní půdu považovat za funkčně žádoucí. Jedle obrovská tedy zlepšuje půdní vlastnosti a má potenciál meliorační a především stabilizační dřeviny. Z introdukovaných dřevin byly podobné účinky doloženy rovněž u douglasky tisolisté (PODRÁZSKÝ et al. 2010), která má stejný charakter růstu a je v lesním hospodářství v porovnání s jedlí obrovskou více využívanou introdukovanou dřevinou.



## 7. Závěr a doporučení pro praxi

Dostupné domácí informace o jedli obrovské, které bylo možno shromáždit, mají s výjimkou dvou prací (HOFMAN 1963, PONDĚLÍČEK 2002) spíše fragmentární charakter. Celkově je prací, které se touto dřevinou zabývají, jen velmi málo. Vzhledem k uvedeným skutečnostem je snaha o souhrn, doplnění a rozšíření údajů, které by umožnily lépe posoudit význam jedle obrovské v našem lesním hospodářství velmi žádoucí. Právě postupným získáváním údajů týkajících se jedle obrovské studiem publikací, výzkumných poznatků a vlastním šetřením je formován komplexní přehled o této introdukované dřevině z pohledu produkce, růstových vlastností, provenienčních pokusů a jejího vlivu na půdní složku či obecně prostředí lesa.

Z produkčního hlediska dosahuje jedle obrovská mimořádných zásob již v mladém věku, kdy ve 20 letech měly porosty u Žďáru nad Sázavou zásoby 325, 140 a 187 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. V případě Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy dosahovaly zásoby ve 35 letech 699 a 552 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> a ve 45 letech 689 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Postupné měření ukázalo, že průměrně každý rok přibývá objem zhruba o 40 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, což má za důsledek právě vysokou převahu nad domácími dřevinami. V porovnání se smrkem a borovicí převyšuje na nejlepších bonitách jedle obrovská podle růstových a taxačních tabulek (ČERNÝ et al. 1996) v některých případech i několikanásobně obě domácí dřeviny. S douglaskou tisolistou je jedle obrovská z hlediska produkce vyrovnaná s výjimkou růstu na pro jedli obrovskou zvláště vhodných stanovištích, na kterých může dosahovat vyšší hodnoty přírůstu a zásoby než douglaska.

Růstové vlastnosti jedle obrovské v podmínkách České republiky byly zjištěny z 11 pokácených vzorníků pocházejících ze tří různých lokalit. Provedené vyrovnání přírůstů vzorníků Korfovou funkcí ukazuje na rychlý růst v mládí, kdy svou intenzitou jedle obrovská předčí metasekvoji čínskou a je srovnatelná s růstem borovice vejmutovky (LIAO, PODRÁZSKÝ 2000, 2001). Hodnoty kulminace přírůstů všech sledovaných vzorníků byly značně variabilní z důvodu odlišných přírodních podmínek a způsobů pěstebních zásahů. Kulminace běžného tloušťkového přírůstu nastala v 6 až 18 letech mezi 8,88 až 17,51 mm. Průměrný tloušťkový přírůst kulminoval ve 12–31 letech na hodnotách 5,80 až 8,95 mm. Dalším parametrem byl růst kruhové základny, kde běžný přírůst kulminoval ve věku 11–24 let na hodnotách od 718 až 5255 mm<sup>2</sup> a průměrný přírůst na hodnotách 487 až 2188 mm<sup>2</sup> mezi 23 a 41 lety. Běžný objemový přírůst dosáhl kulminace mezi 0,032 až 0,053 m<sup>3</sup> v letech 31 až 55 let a průměrný objemový přírůst kulminoval 57. a 113. rokem na hodnotách od 0,021 do 0,031 m<sup>3</sup>. Kulminace přírůstů nastává dříve a i jejich hodnoty jsou vyšší ve srovnání s domácími

jehličnatými dřevinami. Stejný trend růstu má douglaska tisolistá, která je rovněž rychle rostoucí dřevinou s vysokou produkcí dendromasy.

Provenienční pokusy pro jedli obrovskou byly v 80. letech pod záštitou mezinárodní organizace IUFRO založeny v ČR na šesti různých lokalitách. Jedna z mezinárodních ploch na Hrubé Skále byla vyhodnocena pro účely disertační práce. Výsledky ukázaly na velkou variabilitu biometrických údajů zaznamenaných u jednotlivých proveniencí. Nejlepší provenience ze sledované lokality byly 12040 Salmon River z Vancouveru a 12005 Bear Mountain z pobřeží Washingtonu. V domácích i zahraničních studiích bylo prokázáno, že provenience z obou oblastí původu patří ve střední Evropě k nejlepším. V případě výběru reprodukčního materiálu je proto třeba uvažovat, jakou provenienci volit pro obnovu porostu, aby bylo dosaženo vyššího výnosu.

Problematicke vlivu jedle obrovské na stav půd bylo dosud věnováno jen minimum publikací (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2008b, 2009), a proto byly provedeny i pedochemické analýzy, které doplnily poznatky o enviromentálních účincích této introdukované dřeviny. Z výsledků vyplývá, že porosty jedle obrovské dosahují lepších hodnot nasycení sorpčního komplexu bázemi a obsahu živin (především hořčíku a vápníku) ve srovnání se smrkem ztepilým. Na zalesněném zemědělském pozemku se dokonce postupně projeví kladně účinky jedle obrovské, které měnily charakter půdních horizontů na typickou lesní půdu. Při srovnání různých dřevin dopadl nejhůře porost smrku oproti douglasce tisolisté a jedli obrovské, které vykazovala dokonce ještě o něco příznivější vliv na stav iniciálních lesních půd. Sice nedosahuje takových kvalit jako listnaté dřeviny, ale lze ji bez nadsázky označit za meliorační a zpevňující dřevinu v porostech domácích jehličnanů.

Na závěr je možno říci, že ačkoli domácí dřevozpracující průmysl a legislativa nejsou vstřícné k využívání introdukovaných dřevin v našem lesním hospodářství, jedle obrovská se svými mimořádnými růstovými vlastnostmi a meliorační funkcí stává perspektivním a zajímavým druhem. Záleží na majiteli lesa, jestli využije vlastností této dřeviny k obohacení porostu nejen z hlediska produkce dřevní hmoty, ale i pro zvýšení biodiverzity, a tím i stability pro další generaci vlastníků. Změny klimatu velmi ohrožují monokultury, které jsou náchylné na prudké změny. Pěstováním více druhů dřevin v porostu se snižuje riziko lability lesního prostředí. V případě omezeného spektra domácích dřevin lze zvýšit četnost druhů introdukovanými dřevinami, jejichž lesnický management je již ověřený.

## 7.1 Využití poznatků v lesnické praxi

Pro účely praxe je v několika bodech shrnuto doporučení ohledně pěstování jedle obrovské na našem území. Veškeré poznatky, které byly shromážděny se spolu s vlastním šetřením soustředily na růst dřeviny, zásobu porostů, výběr proveniencí a vliv jedle obrovské na chemismus lesních půd. Na základě zjištěných informací lze konstatovat, že:

- jedle obrovská je produkčně zajímavou dřevinou i v našich podmínkách a má na stanovištích ve 3. až 6. LVS na bohatších, ale i chudších půdách značný produkční potenciál;
- daný druh dosahuje vyšších zásob a hodnot přírůstu, než je tomu u domácích dřevin (smrk ztepilý, buk lesní), a zvyšuje tím dosavadní zásobu porostů;
- kulminace tloušťkového přírůstu ve stejnorodých a stejnověkových porostech jedle obrovské nastává velmi brzy a dosahuje vyšších hodnot než u domácích dřevin, a to i v případě sníženého přístupu světla;
- jedli obrovské vyhovuje dostatek slunečního záření a vláhý v půdě; zároveň snese i zástin, podobně jako domácí jedle bělokorá, kterou tak může v některých podmínkách částečně nahrazovat;
- při pěstování této dřeviny je třeba brát v úvahu její růstové schopnosti, čemuž je nutno přizpůsobit hustotu výsadby, kde je vhodné uvažovat o sponu 2 m × 2 m;
- při rychlém růstu jedle obrovské by bylo dobré uvažovat o směsi s douglaskou tisolistou nebo vytvářet malé jedlové skupinky, které by byly implementovány do větších porostů;
- první výchovné zásahy u mladých porostů jedle obrovské s velkou hustotou jedinců by měly být prováděny po dosažení horní výšky cca 3–4 m a dále v intervalech 5 let až do dosažení věku 40 let. Síla zásahů by měla vždy udržet jedlový porost v uvolněném zápoji;
- doba obmýtí by měla dosahovat kolem 90 let z důvodů kulminace objemového přírůstu;

- nejlepší volbou pro pěstování jedle obrovské jsou provenience z oblasti ostrova Vancouver v Britské Kolumbii a z pobřeží Washingtonu;
- svým růstem se jedle obrovská zařazuje mezi rychle rostoucí dřeviny, ale lze ji klasifikovat rovněž jako meliorační a stabilizační dřevinu, která příznivě ovlivňuje půdní reakci a stav půdního sorpčního komplexu.

## 8. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ<sup>2</sup>

1. ALDEN, H.A. Softwoods of North America. *Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–102*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, *Forest Products Laboratory*. 1997, Madison, WI, USA,
2. ALLEY, R.B.; MAROTZKE, J.; NORDHAUS, W.D.; OVERPECK, J.T.; PETEET, D.M.; PIELKE, R.A.; PIERREHUMBERT, R.T.; RHINES, P.B.; STOCKER, T.F.; TALLEY, L.D.; WALLACE, J.N. Abrupt climate change. *Science*. 2003, vol. 299, no. 5615, s. 2005–2010. ISSN 1095-9203.
3. ARAUJO, M.B.; CABEZA, M.; THUILLER, W.; HANNAH, L.; WILLIAMS, P.H. Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve selection methods. *Global Change Biology*. 2004, vol. 10, no. 9, s. 1618–1626. ISSN 1365-2486.
4. AUGOSTO, L.; RANGER, J.; BINKLEY, D.; ROTHE, A. Impact of several common tree species of European temperate forest on soil fertility. *Annals of Forest Science*. 2002, vol. 59, no. 3, s. 233–253. ISSN 1286-4560.
5. AXELLSON, A. Increasing forest productivity and value by manipulating nutrient availability, Forest potentials: productivity and value. Weyerhaeuser symposium, Weyerhaeuser Co., 1985, s. 5–37.
6. AYRES, M.P.; LOMBARDERO, M.J. Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *Science of the Total Environment*. 2000, vol. 262, no. 3, s. 263–286. ISSN 0048-9697.
7. BAKKENES, M.; ALKEMADE, J.R.M.; IHLE, F.; LEEMANS, R.; LATOUR, J.B. Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global Change Biology*. 2002, vol. 8, no. 4, s. 390–407. ISSN 1365-2486.
8. BARZDAJN, W. Strategia restytucji jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) w Sudetach. *Sylwan*. 2000, vol. 44, no. 2, s. 63–77. ISSN 0039-7660.
9. BATTIPAGLIA, G.; SAURER, M.; CHERUBINI, P.; SIEGWOLF, R.T.W.; COTRUFO, M.F. Tree rings indicate different drought resistance of native (*Abies alba* Mill.) and a nonnative (*Picea abies* (L.) Karst.) species co-occurring at a dry site in Southern

---

<sup>2</sup> Formální stránka odpovídá směrnici děkana č.5/2013

- Italy. *Forest Ecology and Management*. 2009, vol. 257, no. 3, s. 820–828. ISSN 0378-1127.
10. BECKER, M.; DRAPIER, J. Rôle de l'allélopathie dans les difficultés de régénération du sapin (*Abies alba* Mill.). *Acta Oecologica*. 1984, vol. 5, no. 4, s. 347–356. ISSN 0243-7651.
  11. BEHRINGER, W. *Kulturní dějiny klimatu*. 1. vyd. Praha : Nakladatelství Ladislav Horáček – Paseka, 2010. 404 s. ISBN 978-80-7432-022-4.
  12. BERAN, F. Některé poznatky z hodnocení mezinárodního provenienčního pokusu s jedlí obrovskou – *Abies grandis* (Douglas) LIND. In NEUHÖFEROVÁ, P. (ed.) *Douglaska a jedle obrovská – opomíjený giganti*. 1. vyd. Praha : Sborník referátů konference v Kostelci nad Černými lesy 12.–13. 10. 2006, ČZU, 2006, s. 17–27. ISBN 80-213-1532-6.
  13. BERAN, F.; CAFOUREK, J.; NOVOTNÝ, P. *Návrh na legislativní úpravu v souvislosti se změnami rajonizace jedle obrovské (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.) v USA a Kanadě a aktualizací poznatků provenienčního výzkumu*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2016. 15 s.
  14. BERAN, F.; ŠINDELÁŘ, J. Perspektivy vybraných cizokrajných dřevin v lesním hospodářství České republiky. *Lesnictví-Forestry*. 1996, vol. 42, no. 8, s. 337–335. ISSN 1212-8449.
  15. BERGEL, D. Die Herleitung neuer Massentafeln für die Douglasie in Nordwestdeutschland. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*. 1971, vol. 142, no. 10, s. 247–256. ISSN 0002-5852
  16. BERT, G.D. Impact of ecological factors, climatic stresses and pollution on growth and health of fir (*Abies alba* Mill.) in the Jura Mts: an ecological and dendroecological study. *Acta Oecologica*. 1993, vol. 14, no. 2, s. 229–246. ISSN 0243-7651.
  17. BOISVENUE, C.; RUNNING, S.W. Impacts of climate change on natural forest productivity – evidence since the middle of the 20th century. *Global Change Biology*. 2006, vol. 12, no. 5, s. 862–882. ISSN 1365-2486.
  18. BRÄNDLI, U.B. Die häufigsten Waldbäume der Schweiz. Ergebnisse aus den Landesforstinventar: 1983–1985. In BROGGI, M.F. (ed.). *Verbreitung, Standort und Häufigkeit von 30 Baumarten. Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft*. Bern, 1996, 279 s. ISSN 1016-3166.

19. BRÉDA, N.; HUC, R.; GRANIER, A.; DREYER, E. Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Annals of Forest Science*. 2006, vol. 63, no. 6, s. 625–644. ISSN 1286-4560.
20. BROADMEADOW, M.S.J.; RAY, D.; SAMUEL, C.J.A. Climate change and the future for broadleaved tree species in Britain. *Forestry*. 2005, vol. 78, no. 2, s. 145–161. ISSN 1464-3626.
21. BRUNDEN, M.N. Specific Gravity and Fiber Length in Crown – Formed and Stem – Formed Wood. *Forest Products Journal*. 1964, vol. 14, no. 1, s. 13–17. ISSN 0015-7473.
22. BURGBACHER, H.; GREVE, P. 100 Jahre Douglasienanbau im Stadtwald Freiburg. *AFZ Der Wald*. 1996, no. 20, s. 1109–1111.
23. BURZYNSKI, G.; VANČURA, K. Comparative analysis of provenance experiment with the grand fir (*Abies grandis* Lindl.), IUFRO 1976, in Poland and Czechoslovakia. *Communicationes Instituti Forestalis Čechosloveniae*. 1985, no. 14, s. 25–40.
24. ČÁP, J.; NOVOTNÝ, P.; BERAN, F.; FRÝDL, J.; DOSTÁL, J.; JIREC, J. Vyhodnocení růstu proveniencí cizokrajných druhů jedlí ve věku 36 – 41 let. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2012, vol. 57, no. 2, s. 151–159. ISSN 0322-9688.
25. CAFOUREK, J. Provenienční pokusy douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) v oblasti středozápadní Moravy. In NEUHÖFEROVÁ, P. (ed.). *Douglaska a jedle obrovská – opomíjené giganti*. 1. vyd. Praha : Kostelec n. Č. I. 12.–13. 10. 2006, Kostelec n. Č. I., ČZU, 2006, s. 7–16. ISBN 80-213-1532-6.
26. CIAIS, P.; REICHSTEIN, M.; VIOVY, N.; GRANIER, A.; OGEE, J.; ALLARD, V.; AUBINET, M.; BUCHMANN, N.; BERNHOFER, C.; CARRARA, A.; CHEVALLIER, F.; DE NOBLET, N.; FRIEND, A.D.; FRIEDLINGSTEIN, P.; GRUNWALD, T.; HEINESCH, B.; KERONEN, P.; KNOHL, A.; KRINNER, G.; LOUSTAU, D.; MANCA, G.; MATTEUCCI, G.M.F.; OURCIVAL, J.M.; PAPALE, D.; PILEGAARD, K.; RAMBAL, S.; SEUFERT, G.; SOUSSANA, J.F.; SANZ, M.J.; SCHULZE, E.D.; VESALA, T.; VALENTINI, R. 2005. Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature*, vol. 437, s. 529–533. ISSN 0028-0836.
27. COUTTS, M. P.; RISHBETH, J. The formation of wetwood in grand fir. *European Journal of Forest Pathology*. 1977, vol. 7, no.1, s. 13–22. ISSN 1439-0329.

28. ČERNÝ, M.; PAŘEZ, J.; MALÍK, Z. *Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub)*. 1. vyd. Jílové u Prahy : IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, 1996. 254 s.
29. Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 83/1996 Sb. ze dne 18. března 1996 o vypracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1996, částka 28, s. 946–970. Dostupné také z WWW <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=1996&typeLaw=zakon&what=Rok&stranka=7>> ISSN 1211-1244.
30. Česko. Vláda. Zákon č. 114/1992 Sb. ze dne 25. března 1992 o ochraně přírody a krajiny. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1992, částka 28, s. 666–696. Dostupné také z WWW <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=1992&typeLaw=zakon&what=Rok&stranka=11>> ISSN 1211-1244.
31. Česko. Vláda. Zákon č. 289/1995 Sb. ze dne 15. prosince 1995, o lesích a o změně a doplnění některých zákonů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1995, částka 76, s. 3946–3984. Dostupné také z WWW <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=1995&typeLaw=zakon&what=Rok>> ISSN 1211-1244.
32. DAVIS, M.B.; SHAW, R.G. Range shifts and adaptive responses to Quaternary climate change. *Science*. 2001, vol. 292, no. 5517, s. 673–679. ISSN 1095-9203.
33. DESPREZ-LOUSTAU, M.-L.; MARC, AIS, B.; NAGELEISEN, L.-M.; PIOUS, D.; VANNINI, A. Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. *Annals of Forest Science*. 2006, vol. 63, no. 6, s. 597–612. ISSN 1286-4560.
34. DIXON, R.K.; BROWN, S.; HOUGHTON, R.A.; SOLOMON, A.M.; TREXLER, M.C.; WISNIEWSKI, J. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science*. 1994, vol. 263, no. 5144, s. 185–190. ISSN 1095-9203.
35. DOBROWOLSKA, D. Structure of silver fir (*Abies alba* Mill.) natural regeneration in the 'Jata' reserve in Poland. *Forest and Ecology Management*. 1998, vol. 110, no. 1, s. 237–247. ISSN 0378-1127.
36. ECKSTEIN, D.; ANIOL, R.W.; BAUCH, J. Dendroklimatologische Untersuchungen zum Tannensterben. *European Journal of Forest Pathology*. 1983, vol. 13, no. 5–6, s. 279–288. ISSN 1439-0329.



37. EGGERS, J.; LINDNER, M.; ZUDIN, S.; ZAEHLE, S.; LISK, J. Impact of changing wood demand, climate and land use on European forest resources and carbon stocks during the 21st century. *Global Change Biology*. 2008, vol. 14, no. 10, s. 2288–2303. ISSN 1365-2486.
38. ELLENBERG, H.; LEUSCHNER, CH. *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: in Ökologischer Dynamischer und Historischer Sicht*. 5. vyd. Stuttgart : Verlag Eugen Ulmer, 1996. 1095 s. ISBN 3825281043.
39. ELLING, W.; DITTMAR, C.; PFAFFELMOSE, K.; RÖTZER, T. Dendroecological assessment of the complex causes of decline and recovery of the growth of fir (*Abies alba* Mill.) in Southern Germany. *Forest Ecology and Management*. 2009, vol. 257, no. 4, s. 1175–1187. ISSN 1365-2486.
40. FERGUSON, D.E.; JOHNSON-MAYNARD, J.L.; MCDANIEL, P.A. The grand fir mosaic ecosystem – history and management impacts. In Page-Dumroese, D.; Miller, R.; Mital, J.; McDaniel, P.; Miller, D. (eds.). *Volcanic-Ash-Derived Forest Soils of the Inland Northwest: Properties and Implications for Management and Restoration*. Sborník konferencí z 9.–10. listopadu 2005. Proceedings RMRS-P-44; Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2007, s. 175–184.
41. FLANNIGAN, M.D.; STOCKS, B.J.; WOTTON, B.M. Climate change and forest fires. *Science of the Total Environment*. 2000, vol. 262, no. 3, s. 221–229. ISSN 0048-9697.
42. FLETCHER, A.M. IUFRO *Abies grandis* provenance experiments: Nursery stage results. *Forestry Commission Research and Development Paper*. 1986, vol. 139, s. 151. ISBN 0855381906.
43. FLETCHER, A.M.; SAMUEL, C.J.A. Height growth of the IUFRO Grand fir seed origins in Britain. In: TALBERT, S. (ed.). *Proceeding of Joint meeting of Western Forest Genetics Association and IUFRO working parties S2.02-05, 06, 12 and 14: Douglas fir, Contorta pine, Sitka spruce and Abies breeding and genetic resources*. Olympia, Washington, USA, August 20–24, 1990. Washington, Contribution, 1990, vol. 82, no. 2, s. 14.
44. FOILES, M.W. Grand Fir, *Abies grandis* (Dougl.) Lindl., Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, Forest Service, *Agriculture Handbook*. 1965, vol. 271, s. 19–24. ISSN 0065-4612.

45. FOILES, M.W.; GRAHAM, R.T.; OLSON, D.F. Grand Fir. In *Silvics of North America: Conifers*. United States : Forest Service, 1991, s. 52–68.
46. FRÝDL, J.; ŠINDELÁŘ, J. Šlechtění a introdukce dřevin v ekologicky orientovaném LH. *Lesnická práce*. 2004, vol. 83, no. 2, s. 76–77. ISSN 0322-9254.
47. FUHRER, J.; BENISTON, M.; FISCHLIN, A.; FREI, C.; GOYETTE, S.; JASPER, K.; PFISTER, C. Climate risks and their impact on agriculture and forests in Switzerland. In Wanner, H.; Grosjean, M.; Röthlisberger, R.; Xoplaki, E. (eds.). *Climate Variability, Predictability and Climate Risks: A European Perspective*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2006, s. 79–102. ISBN 978-1-4020-5714-4.
48. FULÍN, M. Růst a environmentální vlivy pěstování jedle obrovské v podmínkách České republiky. Fakulta lesnická a dřevařská v Praze. *Teze disertační práce*. Školitel tezí Podrázský, Praha, 2014. 77 s.
49. FULÍN, M. Pěstování, produkční potenciál a ekologické důsledky pěstování jedle obrovské (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.) v České republice – přehled. *Lesnícky časopis–Forestry Journal*. 2015, vol. 61, no. 4, s. 262-266. ISSN 1338-4295.
50. FULÍN, M.; REMEŠ, J. Produkce jedle obrovské v mladém věku. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2015, vol. 60, no. 4, s. 262–266. ISSN 0322-9688.
51. FULÍN, M.; REMEŠ, J.; TAUCHMAN, P. Růst a produkce jedle obrovské (*Abies grandis* Lindl.) ve srovnání s jinými jehličnany. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2013, vol. 58, no. 2, s. 186–192. ISSN 0322-9688.
52. GARRISON, M.T.; MOORE, J.A.; SHAW, T.M.; MIKA, P.G. Foliar nutrient and tree growth response of mixed-conifer stands to three fertilization treatments in northeast Oregon and north central Washington. *Forest Ecology and Management*. 2000, vol. 132, no. 2/3, s. 183–198. ISSN 1365-2486.
53. GREEN, R.N.; TROWBRIDGE, R.L.; KLINKA, K. Towards a taxonomic of humus forms. *Forest Science*. 1993, vol. 39, Monograph no. 29, Supplement to no. 1, 49 s. ISSN 0015-749X.
54. GREEN, D.W.; WINANDY, J.E.; KRETSCHMANN, D.E. *Wood Handbook : Mechanical Properties of Wood*. 1. vyd. Madison : U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Product Laboratory, 1999. 463 s.
55. HAMRICK, J.L. Response of forest trees to global environmental changes. Dynamics and conservation of genetic diversity in forest ecology. *Forest Ecology and Management*. 2004, vol. 197, no. 1, s. 323–335. ISSN 1365-2486.

56. HANSEN, J.; RUEDY, R.; SATO, M.; LO, K. *GISS Surface Temperature Analysis. Global Temperature Trends: 2005 Summation*. NASA Goddard Institute for Space Studies and Columbia University Earth Institute, New York, NY 10025, USA, 2006.
57. HANSEN, A.J.; PHILLIPS, L.B. Which tree species and biome types are most vulnerable to climate change in the US Northern Rocky Mountains? *Forest Ecology and management*. 2015, vol. 338, s. 68–83. ISSN 1365-2486.
58. HAPLA, F.; WELLHAUSEN, K. *Verwendung relevante Holzeigenschaften und Verwendungsbereiche der Großen Kustentanne – Abies grandis (Douglas) Lindley – mit Aufkommensanalyse im Staatswald Niedersachsen*. Institut für Holzbiologie und Holztechnologie, Universität Göttingen, 2003. 27 s.
59. HART, V. Růst, vývoj a obnova douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/ Franko.) na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy. *Diplomová práce*. Fakulta lesnická a dřevařská v Praze. Vedoucí diplomové práce Remeš, Praha, 2005. 62 s.
60. HENRY, A. *North American trees in Britain*. Trans, R. Scot. arb. Society, 1915. 29 s.
61. HOF, CH.; HAPLA, F.; KOCH, G. Kustentanne häufig zu Unrecht unter Wert verkauft. *Holz-Zentralblatt*. 2008a, vol. 134, no. 29, s. 806–807. ISSN 0018-3792.
62. HOF, CH.; KIELMANN, B.C.; HAPLA, F. Verwendungsorientierte Untersuchungen am Schnittholz der *Abies grandis*. *Holztechnologie*. 2008b, vol. 49, no. 6, s. 7–11. ISSN 0018-3768.
63. HOFMAN, J. *Pěstování jedle obrovské*. 1. vyd. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1963. 116 s.
64. HOFMAN, J. *Pěstování douglasky*. 1. vyd. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1964. 254 s.
65. HOFMAN, J.; VACKOVÁ, M. K otázce testování semen jedle obrovské. *Zprávy lesnického výzkumu*. 1966, vol. 12, no. 1, s. 35–37. ISSN 0322-9688.
66. HONNAY, O.; VERHEYEN, K.; BUTAYE, J.; JACQUEMYN, H.; BOSSUYT, B.; HERMY, M. Possible effects of habitat fragmentation and climate change on the range of forest plant species. *Ecology Letters*. 2002, vol. 5, no. 4, s. 525–530. ISSN 1461-0248.

67. HORNDASCH, M. *Die Weisstanne (Abies alba Mill.) und ihr tragisches Schicksal im Wandel der Zeiten. Dargestellt an Beispielen mitteleuropäischen Waldgebiete*. 1. vyd. Augsburg : Selbstverlag, 1993. 309 s.
68. HUSS, J. Die Douglasie als Mischbaumart. *AFZ Der Wald*. 1996, vol. 51, no. 20, 1112 s.
69. CHRISTIE, J.M.; LEWIS, R.E.A. Provisional Yield Tables for *Abies grandis* and *Abies nobilis*. Forestry Commission : *Forest Record*. 1961, no. 47, 48 s.
70. CHRISTENSEN, J.H.; HEWITSON, B.; BUSUIOC, A.; CHEN, A.; GAO, X.; HELD, I.; JONES, R.; KOLLI, R.K.; KWON, W.-T.; LAPRISE, R.; RUEDA, V.M.; MEARNS, L.; MENÉNDEZ, C.G.; RÄISÄNEN, J.; RINKE, A.; SARR, A.; WHETTON, P. Regional climate projections. In SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR, M.; MILLER, H.L. (eds.). *Climate Change The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. United Kingdom : Cambridge University Press, New York, NY, USA, 2007, s. 847–940.
71. JAWORSKI, A. *Charakterystyka hodowlana drzew lesnych*. Kraków: Wydawnictwo Gutenberg, 1995. 237 s. ISBN 978-83-863100-3-6.
72. JOHANN, E. Traditional forest management under the influence of science and industry: the story of the alpine cultural landscapes. *Forest Ecology and Management*. 2007, vol. 249, no. 1, s. 54–62. ISSN 1365-2486.
73. JUMP, A.S.; PEÑUELAS, J. Running to stand still: adaptation and the response of plants to rapid climate change. *Ecology Letters*. 2005, vol. 8, no. 9, s. 1010–1020. ISSN 1461-0248.
74. KACÁLEK, D.; NOVÁK, J.; ŠPULÁK, O.; ČERNOHOUS, V.; BARTOŠ, J. Přeměna půdního prostředí zalesněných zemědělských pozemků na půdní prostředí lesního ekosystému – přehled poznatků. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2007, vol. 52, no. 4, s. 334–340. ISSN 0322-9688.
75. KACÁLEK, D.; DUŠEK, D.; NOVÁK, J.; BARTOŠ, J. The impact of juvenile tree species canopy on properties of new forest floor. *Journal of Forest Science*. 2013, vol. 59, no. 6, s. 230–237. ISSN 1212-4834.
76. KANDLER, O.; INNES, J.L. Air pollution and forest decline in central Europe. *Environmental Pollution*. 1995, vol. 90, no. 2, s. 171–180. ISSN 0269-7491.
77. KANTOR, P.; BUŠINA, F.; KNOTT, R. Postavení douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) a její přirozená obnova na školním polesí Hůrky

- Středních lesnických škol Písek. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2010, vol. 55, no. 4, s. 251–263. ISSN 0322-9688.
78. KANTOR, P.; KNOTT, R.; MARTINÍK, A. Production capacity of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) in a mixed stand. *Ekológia*. 2001a, vol. 20, Supplement 1, s. 5–14. ISSN 1377-947X.
79. KANTOR, P.; KNOTT, R.; MARTINÍK, A. Production potential and ecological stability of mixed forest stands in uplands – III. A single tree mixed stand with Douglas fir on an eutrophic site of the Křtiny Training Forest Enterprise. *Journal of Forest Science*. 2001b, vol. 47, no. 2, s. 45–59. ISSN 1212-4834.
80. KELTY, M.J. Comparative productivity of monocultures and mixed stands. In KELTY M.J.; LARSON B.C., OLIVER C.D. (eds.). *The ecology and silviculture of mixed-species forests*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, Springer, 1992. vol. 40, 287 s. ISBN 978-94-015-8052-6.
81. KIRILENKO, A.P.; SEDJO, R.A. Climate change impacts on forestry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2007, vol. 104, no. 50, s. 19697–19702. ISSN 1091-6490.
82. KLEINSCHMIT, J.; SVOLBA, J.; RAU, H.-M.; WEISGERBER, H. The IUFRO *Abies grandis* provenance experiment in Germany – result at age 18/19. *Silvae Genetica*. 1996, vol. 45, s. 311–317. ISSN 0037-5349.
83. KLOPCIC, M.; JERINA, K.; BONCINA, A. Long-term changes of structure and tree species composition in Dinaric uneven-aged forests: are red deer an important factor? *European Journal of Forest Research*. 2010, vol. 129, no. 3, s. 277–288. ISSN 1612-4677.
84. KOBLIHA, J. Some results of hybridization and conservation of the genofond of *Abies alba*. In BELOBORODOV, V.M.; EFIMOV, Y.P.; IROSHNIKOB, A.I. (eds.). *Proceedings of the International Symposium „Forest Genetics, Breeding and Physiology of Woody Plants“*. 24.–30. 8. 1989, Voronezh, 1989. s. 59–63.
85. KOBLIHA, J.; JANEČEK, V. Growth of progenies from spontaneous hybrids within genus *Abies* in comparative plantations. In EDER, W.; DONG, P. (eds.). *Proceedings of the 9th International European Silver Fir Symposium*. 21.–26. 5. 2000, Skopje, Macedonia, 2000. s. 27–36.
86. KONŠEL, J. *Stručný nástin tvorby a pěstění lesů v biologickém ponětí*. 1. vyd. Čs. matice lesnická, Písek, 1931. 552 s.

87. KORF, V.; HUBAČ, K.; ŠMELKO, Š.; WOLF, J. *Dendrometrie*. 1. vyd. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1972. 371 s.
88. KOŠULIČ, M. Jedle, jedle, jedle... *Lesu zdar*. 2005, roč. 11, č. 2, s. 14–19.
89. KOUBA, J.; ZAHRADNÍK, D. Produkce nejdůležitějších introdukovaných dřevin v ČR podle lesnické statistiky. In PRKNOVÁ, H. (ed.). *Aktuality v pěstování méně častých dřevin v České republice*. Praha: Sborník referátů konference v Kostelci n. Č. l. 21. 10. 2011, ČZU, 2011, s. 52–66. ISBN: 9788021322226.
90. KÖNIG, A. Geographic variation of *Abies grandis* – provenances grown in Northwestern Germany. *Silvae Genetica*. 1995, vol. 44, s. 248–255. ISSN 0037-5349
91. KRAFT, G. *Beiträge zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben*. Hannover : Klindworth's Verlag, 1884. 156 s.
92. KRAMER, W. Die Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in Ost- und Südosteuropa: Eine Zustandsbeschreibung. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York. 1992.
93. KREJZEK, R.; NOVOTNÝ, P.; PODRÁZSKÝ, V.; BERAN, F.; DOSTÁL, J. Evaluation of the IUFRO provenance plot with grand fir in the Habr locality (Western Bohemia) at the age of 31 years. *Journal of Forest Science*. 2015, vol. 61, no. 12, s. 551–561. ISSN 1212-4834.
94. KUBEČEK, J.; ŠTEFANČÍK, I.; PODRÁZSKÝ, V.; LONGAUER, R. Výsledky výzkumu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) v České republice a na Slovensku – přehled. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*. 2014, vol. 60, no. 2, s. 120–129. ISSN 1338-4295.
95. KULEJ, M.; SOCHA, J. Effect of provenance on the volume increment of grand fir (*Abies grandis* Lindl.) under mountain conditions of Poland. *Journal of Forest Science*. 2008, vol. 54, no. 1, s. 1–8. ISSN 1212-4834.
96. LARSEN, J.B. Das Tannensterben? : eine neue Hypothese zur Klärung des Hintergrundes dieser rätselhaften Komplexkrankheit der Weißtanne (*Abies alba* Mill.). *Forstwissenschaftliches Centralblatt*. 1986, vol. 105, no. 1, s. 381–396. ISSN 1439-0337.
97. LARSON, B.C. Pathways of development in mixed-species stands. In KELTY, M.J.; LARSON, B.C.; OLIVER, C.D. (eds.). *The Ecology and Silviculture of Mixed-Species Forests*. Dordrecht : Kluwer Academic Publisher, Springer, 1992, s. 3–8. ISBN 978-94-015-8052-6.

98. Lesní hospodářský plán LHC Kostelec n. Č. lesy, období od 1. 1. 2001 do 31. 12. 2010.
99. Lesní hospodářský plán LHC Kostelec n. Č. lesy, období od 1. 1. 2011 do 31. 12. 2020.
100. Lesprojekt. Hmotové tabulky ÚLT (Územní lesnické tabulky). Brandýs nad Labem, Lesprojekt. 1952.
101. LIAO C.Y.; PODRÁZSKÝ V. Individual tree growth analysis for dawn redwood introduced in the Czech Republic. *Scientia Agriculture Bohemica*. 2000, vol. 31, no. 1, s. 65–79. ISSN 1211-3174.
102. LIAO C.Y.; PODRÁZSKÝ V. Growth dynamics of individual tree basal area of Eastern White Pine in Kostelec nad Černými lesy region. *Journal of Forest Science*. 2001, vol. 4, no. 3, s. 124–129. ISSN 1212-4834.
103. LIESEBACH, M.; SCHÜLER, S.; WEIßENBACHER L. Provenance trials with Grand fir (*Abies grandis* [D. Don] Lindl.) in Austria – Suitability, growth performance and variation. *Austrian Journal of Forest Science*. 2008, vol. 125, no. 3, s. 183–200. ISSN 0379-5292.
104. LINDNER, M.; MAROSCHEK, M.; NETHERER, S.; KREMER, A.; BARBATI, A.; GARCIA-GONZALO, J. SEIDL, R., DELZON, S., CORONA, P., KOLSTRÖM, M. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*. 2010, vol. 259, no. 4, s. 698–709. ISSN 1365-2486.
105. LISCHKE, H.; GUIBAN, A.; FISCHLIN, A.; WILLIAMS, J.; BUGMANN, H. Vegetation Responses to Climate Change in the Alps – Modeling Studies, In CEBON, P.; DAHINDEN, U.; DAVIES, H.; IMBODEN, D.; JAEGER, C. (eds.). *A View from the Alps: Regional Perspectives on Climate Change*. Cambridge: MIT Press, 1998, s. 309–350. ISBN 9780262032520.
106. LOKOW K.W., LOKOW J. Anbau der Großen Küstentanne in Brandenburg aus ertragskundlicher Sicht. *Forstarchiv*. 2007, vol. 78: 158–165. ISSN 0300-4112
107. LOTTER, A.F.; KIENAST, F. Validation of a forest succession model by means of annually laminated sediments. *Geological Survey of Finland*. 1992, vol. 14, Special Paper, s. 25–31.
108. LLORET, F.; KEELING, E.G.; SALA, A. Components of tree resilience: effects of successive low-growth episodes in old ponderosa pine forests. *Oikos*. 2011, vol. 120, no. 12, s. 1909–1920. ISSN 1600-0706.

109. LUKÁŠEK, J.; ZEIDLER, A.; BARCÍK, Š. Shrinkage of grand fir wood and its variability within the stem. *Drvna Industrija*. 2012, vol. 63, no. 2, s. 121–128. ISSN 1847-1153.
110. MELOUN, M.; MILITKÝ, J. Kompendium statistického zpracování dat. Praha : *Academia*, 2006. 970 s. ISBN 80-200-1396-2.
111. MILLAR, C.I.; STEPHENSON, N.L.; STEPHENS, S.L. Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological Applications*. 2007, vol. 17, no. 8, s. 2145–2151. ISSN 1051-0761.
112. Ministerstvo zemědělství. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR 2006* [online]. Praha : Ministerstvo zemědělství, 2007. [cit. 2009-04-17]. 126 s. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/publikace-a-dokumenty/lesnictvi/>>
113. MÍSAŘ, Z.; DUDEK, A.; HAVLENA, V.; WEISS, J. *Geologie ČSSR I. Český masív*. 1. vyd. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1983. 336 s.
114. MITZE, H. Ein unterschätzter Nordamerikaner Kustentanne. *Forstwirtschaft, Land & Forst*. 2010, vol. 26, s. 66–67.
115. MORIONDO, M.; GOOD, P.; DURAO, R.; BINDI, M.; GIANNAKOPOULOS, C.; CORTE-REAL, J. Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Climate Research*. 2006, vol. 31, no. 1, s. 85–95. ISSN 0936-577X.
116. MUSIL, I.; HAMERNÍK, J. *Jehličnaté dřeviny : Lesnická dendrologie 1*. Praha : Academia, 2007. 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9.
117. MUSTIN, K.; BENTON, T.G.; DYTHAM, C.; TRAVIS, J.M.J. The dynamics of climate induced range shifting, perspectives from simulation modelling. *Oikos*. 2009, vol. 118, no. 1, s. 131–137. ISSN 1600-0706.
118. NAKLÁDAL, O.; TURČÁNI, M. Přehled škůdců a potenciálních škůdců jedle obrovské (*Abies grandis* LINDL.) a douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /MIRB./ FRANCO) ve střední Evropě. In NEUHÖFEROVÁ, P. (ed.). *Douglaska a jedle obrovská – opomíjená giganti*. 1. vyd. Praha : Sborník referátů konference v Kostelci nad Černými lesy 12.–13. 10. 2006, ČZU, 2006, s. 127–132. ISBN 80-213-1532-6.
119. NASON, G.E.; MYROLD, D.D. Nitrogen fertilizers: fates and environmental effects in forest. In CHAPPELL, H.N.; WEETMAN G.F.; MILLER, R.E. (eds.). *Forest fertilization: Sustaining and improving Nutrition and Growth of Western forest*. Institute of



- Forest resources, Contrib. no. 73. College of Forest resources, Univ. of Washington, Seattle, 1992, s. 67–81.
120. NOSS, R.F. Beyond Kyoto: forest management in a time of rapid climate change. *Conservation Biology*. 2001, vol. 15, no. 3, s. 578–590. ISSN 1523-1739.
121. PAGAN, J. *Lesnícka dendrológia*. Zvolen : LF TU Zvolen, 1999. 378 s. ISBN 80-228-0821-0.
122. PETRÁŠ, R.; PAJTÍK, J. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. *Lesnícky časopis*. 1991, vol. 37, s. 49–56. ISSN 1338-4295.
123. PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J., LIAO, C.Y. Vliv douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) na stav lesních půd. In PULKRAB, K. (ed.). *Krajina, les a lesní hospodářství I*. Sborník z konference 22. a 23. 1. 2001, Praha : ČZU, 2001a, s. 24–29. ISBN 80-213-0703-X.
124. PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; MAXA, M. Má douglaska degradační vliv na lesní půdy? *Lesnická práce*. 2001b, vol. 80, no. 9, s. 393–395. ISSN 0322-9254.
125. PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J. Fertilization effect on the grand fir plantations. *Scientia Agriculturae Bohemica*. 2007, vol. 38, s. 198–201. ISSN 1211-3174.
126. PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J. Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2008a, vol. 53, no. 1, s. 27–33. ISSN 0322-9688.
127. PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J. Vliv přihnojení na výškový růst kultury jedle obrovské. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2008b, vol. 53, no. 3, s. 207–209. ISSN 0322-9688.
128. PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J. Soil-forming effect of grand fir (*Abies grandis* [Dougl. ex D. Don] Lindl.). *Journal of Forest Science*. 2009, vol. 55, no. 12, s. 533–539. ISSN 1212-4834.
129. PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; HART, V.; MOSER, W.K. Production and humus form development in forest stands established on agricultural lands – Kostelec nad Černými lesy region. *Journal of Forest Science*. 2009, vol. 55, no. 7, s. 299–305. ISSN 1212-4834.
130. PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; TAUCHMAN, P.; HART, V. Douglaska tisolistá a její účinky na zalesněných zemědělských půdách. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2010, vol. 55, no. 1, s. 12–17. ISSN 0322-9688.

131. PODRÁZSKÝ, V.; ČERMÁK, R.; ZAHRADNÍK, D.; KOUBA, J. Production of Douglas-fir in the Czech Republic based on national forest inventory data. *Journal of Forest Science*. 2013a, vol. 59, no. 10, s. 398–404. ISSN 1212-4834.
132. PODRÁZSKÝ, V.; ZAHRADNÍK, D.; PULKRAB, K.; KUBEČEK, J.; PEÑA J.F.B. Hodnotová produkce douglasky (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) na kyselých stanovištích Školního polesí Hůrky, Písecko. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2013b, vol. 58, č. 3, s. 226–232. ISSN 0322-9688.
133. PODRÁZSKÝ, V.; FULÍN, M.; PRKNOVÁ, H.; BERAN, F.; TŘEŠTÍK M. Changes of agricultural land characteristics as a result of afforestation using introduced tree species. *Journal of Forest Science*. 2016, vol. 62, no. 2, s. 72–79. ISSN 1212-4834.
134. POKORNÝ, J. Zkušenosti s pěstováním jedle obrovské (*Abies grandis* LINDL.) v Evropě a ČSR. *Lesnictví*. 1959, vol. 5, s. 1071–1094.
135. PONDĚLÍČEK, J. Produkce jedle obrovské na území České republiky. *Doktorská disertační práce*, ČZU, Praha, školitel prof. Jan Kouba, 2002. 202 s.
136. POMPE, S.; HANSPACH, J.; BADECK, F.; KLOTZ, S.; THULLER, W.; KÜHN, I. Climate and land use change impacts on plant distributions in Germany. *Biology Letters*. 2008, vol. 4, no. 5, s. 564–567. ISSN 1744-957X.
137. PONETTE, Q.; RANGER, J.; OTTORINI, J.M.; ULRICH, E. Aboveground biomass and nutrient content of five Douglas-fir stands in France. *Forest Ecology and Management*. 2001, vol. 142, no. 1–3, s. 109–127. ISSN 0378-1127.
138. PRETZSCH, H. Facilitation and competition in mixed-species forests analysed along an ecological gradient. *Nova Acta Leopoldina*. 2013, vol. 114, no. 391, s. 159–174. ISSN 0369-5034.
139. PRETZSCH, H.; DIELER, J. The dependency of the size-growth relationship of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* [L.]) in forest stands on long-term site conditions, drought events, and ozone stress. *Trees*. 2011, vol. 25, no. 3, s. 355–369. ISSN 1432-2285.
140. RAU, H.M.; KÖNIG, A.; RUETZ, W.; RUMPF, H.; SCHÖNFELDER, E. Ergebnisse des westdeutschen IUFRO- Küstentannen-Provenienzversuches im Alter 27. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, 2008, Göttingen, Universitätsdrucken im Universitätsverlag Göttingen, 62 s. ISSN 1865-6994.
141. RAU, H.-M.; SCHÖNFELDER, E. Experiences of cultivation with Grand fir (*Abies grandis* Lindl.) provenances in Western Germany – Results of assessments on

- 18 sites at age 27. *Austrian Journal of Forest Science*. 2008, vol. 125, no. 3, s. 201–216. ISSN 0379-5292.
142. RAU, H.M.; WEISGERBER, H.; KLEISCHMIT, J.; SVOLBA, J.; DIMPFLMEIER, R.; RUETZ, W. Vorläufige Erfahrungen mit Küstentannen-Provenienzen in Westdeutschland. *Forst und Holz*. 1991, vol. 46, s. 245–249.
143. RENNENBERG, H.; SEILER, W.; MATYSSEK, R.; GESSLER, A.; KREUZWIESER, J. Die Buche (*Fagus sylvatica* L.) – ein Waldbaum ohne Zukunft im südlichen Mitteleuropa? *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*. 2004, vol. 175, no. 10–11, s. 210–224. ISSN 0002-5852.
144. RENNENBERG, H.; LORETO, F.; POLLE, A.; BRILLI, F.; FARES, S.; BENIWAŁ, R.S.; GESSLER A. Physiological responses of forest trees to heat and drought. *Plant Biology*. 2006, vol. 8, no. 5, s. 556–571. ISSN 1438-8677.
145. RICHARDS, A.E.; FORRESTER, D.I.; BAUHUS, J.; SCHERER-LORENZEN, M. The influence of mixed tree plantations on the nutrition of individual species: a review. *Tree Physiology*. 2010, vol. 30, no. 9, s. 1192–1208. ISSN 1758-446.
146. SAXE, H.; CANNELL, M.G.R.; JOHNSEN, O.; RYAN, M.G.; VOURLITIS, G. Tree and forest functioning in response to global warming. *New Phytologist*. 2001, vol. 149, no. 3, s. 369–400. ISSN 1469-8137.
147. SCHÄR, C.; JENDRITZKY, G. Hot news from summer 2003. *Nature*. 2004, vol. 432, no. 7017, s. 559–560. ISSN 0028-0836.
148. SCHÜTZ, J.P. *Der Plenterwald und Weitere Formen Strukturierter und Gemischter Wälder*. Berlin : Parey, 2001. 207 s. ISBN 3826333470.
149. SCHÜTZ, J.P. Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures. *Forestry*. 2002, vol. 75, no. 4, s. 329–337. ISSN 1464-3626.
150. SKALICKÝ, V. Regionálně fytogeografické členění. In HEJNÝ, S.; SLAVÍK, B. (eds.). *Květena České socialistické republiky 1*. 1. vyd. Praha : Academia, 1988. s. 103–121. ISBN 80-200-0643-5.
151. SKOV, F.; SVENNING, J.C. Potential impact of climatic change on the distribution of forest herbs in Europe. *Ecography*. 2004, vol. 27, no. 3, s. 366–380. ISSN 1600-0587.
152. SUWORTH, G.B. *Forest trees of the Pacific slope*. Washington: U.S. Government Printing Office, 1908. s. 111–116.

153. ŠIKA, A. Introdukce jedle obrovské v ČSR. *Zprávy lesnického výzkumu*. 1983, vol. 28, no. 1, s.1–3. ISSN 0322-9688.
154. ŠIKA, A.; VANČURA, K. První výsledky provenienčního výzkumu jedle obrovské (*Abies grandis* /Douglas./ Lindl.) v ČSR. *Lesnictví*. 1987, vol. 33, s. 399–412.
155. ŠINDELÁŘ, J. Náměty na úpravy druhové skladby lesů České republiky. *Lesnictví-Forestry*. 1995, vol. 41, no. 7, s. 305–315. ISSN 1212-8449.
156. ŠINDELÁŘ, J. Výzkumné provenienční a jiné šlechtitelské plochy v lesním hospodářství České republiky. VÚLHM, Jíloviště-Strnady : *Lesnický průvodce*. 2004, vol. 2, 80 s. ISSN 0862-7657.
157. ŠINDELÁŘ, J.; BERAN, F.; FRÝDL, J.; NOVOTNÝ, P. K možnostem lesnického využití některých cizokrajných druhů rodu *Abies* v ČR na základě hodnocení jejich růstu na lokalitě Jíloviště-Cukrák ve věku 30 let. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2006, vol. 51, no. 4, s. 234–241. ISSN 0322-9688.
158. ŠKORPÍK, P.; NOVOTNÝ, P.; BERAN, F.; HYNEK, V.; DOSTÁL, J.; STEJSKAL, J. Výsledky hodnocení proveniencí jedle obrovské (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.) na lokalitě Strnady-Gamapole ve věku 28 let. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2013, vol. 58, no. 1, s. 58–65. ISSN 0322-9688.
159. ŠMELKO, Š. *Dendrometria*. Zvolen : LF TU Zvolen, 2000. 399 s. ISBN 80-228-0962-4.
160. ŠTIPL, P. *Hospodářská úprava lesa – Dendrometrie*. Hranice : SLŠ Hranice, 2000. 204 s.
161. TAUCHMAN, P. Růst a produkce douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/ Franco.) na území ŠLP v Kostelci nad Černými lesy. *Diplomová práce*. Fakulta lesnická a dřevařská v Praze. Vedoucí diplomové práce Remeš, Praha, 2007. 68 s.
162. TAUCHMAN, P.; HART, V.; REMEŠ, J. Srovnání produkce porostu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /MIRBEL/ Franco) s porostem smrku ztepilého (*Picea abies* L. KARST.) a stanovištně původním smíšeným porostem středního věku na území ŠLP v Kostelci nad Černými lesy. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2010, vol. 55, no. 3, s. 187–194. ISSN 0322-9688.
163. TIEDEMANN, A.R.; MASON, R.R.; WICKMAN B.E. Forest Floor and Soil Nutrients Five Years after Urea Fertilization in a Grand Fir Forest. *Northwest Science*. 1998, vol. 72, no. 2, s. 88–95. ISSN 2161-9859.

164. TÍMA V. et al. (2001): Geologická mapa ČR 1:50 000. List 03-34 Sobotka. Praha, Český geologický ústav.
165. UHLÍŘOVÁ, H.; KAPITOLA, P. (eds). *Poškození lesních dřevin*. Praha : Nakladatelství Lesnická práce, 2004. 288 s. ISBN 80-86386-56-2.
166. ULBRICHOVÁ, I., KUPKA, I., PODRÁZSKÝ, V., KUBEČEK, J., FULÍN, M. Douglaska jako meliorační a zpevňující dřevina. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2014, vol. 59, no. 1, s. 72–78. ISSN 0322-9688.
167. ULRICH, B. Eine ökosystemare Hypothese über die Ursachen des Tannensterbens (*Abies alba* Mill.). *Forstwissenschaftliches Centralblatt*. 1981, vol. 100, no. 1, s. 228–236.
168. ÚRADNÍČEK, L.; CHMELAŘ, J. *Dendrologie lesnická*. 1. vyd. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1998. 97 s. ISBN 80-7157-162-8.
169. VANČURA, K. Provenienční pokus s jedlí obrovskou série IUFRO ve věku 13 let. *Práce VÚLHM*. 1990, vol. 75, s. 47–66.
170. VANČURA, K.; BERAN, F. Zhodnocení výzkumných ploch s cizokrajnými druhy rodu *Abies*. *Závěrečná zpráva*, Jíloviště-Strnady, VÚLHM. 1996, 17 s.
171. VOKOUN, J. Koncepce úprav druhové skladby lesů v dlouhodobé perspektivě z hlediska hospodářské úpravy lesů. In JANČAŘÍK, V.; ŠINDELÁŘ, J. (eds.). Vývoj druhové a odrůdové skladby lesů v České republice. Sborník přednášek a referátů. *Lesnický průvodce*. 1995, vol. 3, s. 29–39. ISSN 0862-7657.
172. VOLNEY, W.J.A.; FLEMING, R.A. Climate change and impacts of boreal forest insects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2000, vol. 82, no. 1–3, s. 283–294. ISSN 0167-8809.
173. VOS, H.; KHARAZIPOUR, A. Eigenschaften von leichten, industriell hergestellten Spanplatten aus *Abies grandis* (Küstentanne). *Forst und Holz*. 2010, vol. 65, no. 1, s. 26–30.
174. WARING, R.H.; SAVAGE, T.; CROMACK, K. JR.; ROSE, C. Thinning and nitrogen fertilization in a grand fir stand infested with western spruce budworm. Part II : Tree growth response. *Forest Science*. 1992, vol. 38, no. 2, s. 252–264. ISSN 1286-4560.
175. WESCHE, S.; KIRBY, K.; GHAZOUL, J. Plant assemblages in British beech woodlands within and beyond native range: implications of future climate change for their conservation. *Forest Ecology and Management*. 2006, vol. 236, no. 2, s. 385–392. ISSN 0378-1127.

176. WIEDEMANN, E., Der gleichaltrige Fichten- Buchen-Mischbestand. *Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft*. 1942, vol. 13, s. 1–88.
177. WILLIAMS, D.W.; LIEBHOLD, A.M. Herbivorous insects and global change: potential changes in the spatial distribution of forest defoliator outbreaks. *Journal of Biogeography*. 1995, vol. 22, no. 4/5, s. 665–671. ISSN 1365-2699.
178. WOLF, J. Jak rostl nejstarší porost douglasky u Písku. *Lesnická práce*. 1998a, vol. 77, no. 5, s. 182–185. ISSN 0322-9254.
179. WOLF, J. Výchova douglaskových porostů. *Lesnická práce*. 1998b, vol. 77, no. 4, s. 134–136. ISSN 0322-9254.
180. WOLF, J. Výsadby a růst jedle obrovské na školním polesí Hůrka. *Lesnická práce*. 1998c, vol. 77, no. 2, s. 60–61. ISSN 0322-9254.
181. ZAHRADNÍK, D. *Program Letokruhy, verze 2.3*. Praha, Katedra HÚL, Fakulta lesnická a dřevařská. 2005.
182. ZANG, C.; ROTHE, A.; WEIS, W.; PRETZSCH, H. Zur Baumarteneignung beim Klimawandel: Ableitung der Trockenstress-Anfälligkeit wichtiger Waldbaumarten aus Jahrringbreiten. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*. 2011, vol. 182, no. 5–6, s. 98–112. ISSN 0002-5852.
183. ZANG, C.; PRETZSCH, H.; ROTHE, A. Size-dependent responses to summer drought in Scots pine, Norway spruce and common oak. *Trees*. 2012, vol. 26, no. 2, s. 557–569. ISSN 1432-2285.
184. ZATLOUKAL, V. Možnosti pěstování jedle s ohledem na její ekologické nároky a přirozené rozšíření. In PETERKOVÁ, E. (ed.). *Pěstování a umělá obnova jedle bělokoré : sborník referátů z celostátního semináře konané dne 28. 8. 2001 v Chudobíně u Litovle*. Kraváře : AVE Centrum, Česká lesnická společnost, 2001, s. 18–27.
185. ZEIDLER, A.; GRYC, V.; VAVRČIK, H.; LUKÁŠEK, J. Dřevo jedle obrovské. *Lesnická práce*. 2010, vol. 89, no. 12, s. 29. ISSN 0322-9254.
186. ZEIDLER, A.; SALEM, M.Z.M.; BORŮVKA, V. Mechanical Properties of Grand Fir Wood Grown in the Czech Republic in Vertical and Horizontal Positions. *BioResources*. 2014, vol. 10, no. 1, s. 793–808. ISSN 1930-2126.
187. ZÍCHA, Z.; JANUŠKOVÁ, M. Hydrogeologická mapa ČR 1:50 000. Praha: Český geologický ústav. 2001, list 03-34 Sobotka.

## Webové adresy:

1. Domov pod hradem Žampach. Arboretum Žampach [online]. Žampach: Domov pod hradem Žampach [cit. 2007-03-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.uspza.cz>>
2. Kinský Žďár, a.s. Lesní hospodářství [online]. Žďár nad Sázavou Kinský Žďár, a.s. [cit.2014-06-17]. Dostupné z WWW: <[http://www.kinskyzdar.cz/lesni\\_hospodarstvi.html](http://www.kinskyzdar.cz/lesni_hospodarstvi.html)>
3. Ministerstvo zemědělství [online]. Praha, Těšnov [2014] [cit. 2016-05-30]. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/app/uhul/SIL/sil-d5.cshtml>>
4. Pro Silva. Introdukce [online]. Brno: Pro Silva [2006] [cit. 2010-11-08]. Dostupné z WWW: <<http://pbl.fri13.net/index.php?mod=clankyaid=117>>
5. Technische Universität München. School of Forest Science and Resource Management [online]. Mnichov: Technische Universität München [cit.2007-03-17]. Dostupné z WWW: <[http://www.fw.tum.de/EXT/LST/BOTA ...](http://www.fw.tum.de/EXT/LST/BOTA...)>
6. University of Washington. School of environmental and forest science [online]. Seattle: University of Washington [cit.2007-03-17]. Dostupné z WWW: <[http://www.cfr.washington.edu/classes\\_esc.310/species%20gallery/abies\\_grandis.htm](http://www.cfr.washington.edu/classes_esc.310/species%20gallery/abies_grandis.htm)>