

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



Bakalářská práce

**Pěstování modřínu opadavého
na Šumavě s důrazem na LZ Boubín, Lesy ČR**

Roland Kralik

© 2019 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Roland Kralik

Lesnictví

Název práce

Pěstování modřínu opadavého na Šumavě s důrazem na LZ Boubín, Lesy ČR

Název anglicky

Silviculture of European larch in the Šumava Mts. with specific attention put on the condition of the Forest Enterprise Boubín (Forests of the Czech Republic)

Cíle práce

Cílem práce bude vyhodnotit pěstování modřínu opadavého na Šumavě (současné rozšíření a význam, historie, způsob pěstování). Hlavní pozornost bude v tomto směru věnována oblasti LZ Boubín. Cílem práce bude dále založit výzkumné plochy pro detailní monitoring a výzkum rozšíření a růstu modřínu na lokalitě Ptačí vrch.

Metodika

Rozbor problematiky zaměřený na modřín opadavý, jeho rozšíření, nároky, pěstební vlastnosti a způsoby jeho pěstování. Diskutována bude i otázka původnosti této dřeviny v ČR a v zájmové oblasti.

Analýza současného rozšíření a hospodářského významu modřínu na Šumavě, zejména pak na LZ Boubín. Pozornost bude věnována i historii jeho šíření a způsobu pěstování.

Založení min. 4 výzkumných ploch v lokalitě Ptačí vrch (Polesí Zátoň, LZ Boubín) v místech s různým zastoupením modřínu s různou expozicí.

Provedení prvních dendrometrických měření a jejich vyhodnocení (d1,3, h, g, v).

Doporučený rozsah práce

Min. 30 stran.

Klíčová slova

pěstování lesa, modřín opadavý, Šumava, produkce

Doporučené zdroje informací

FRÝDL, J., ŠINDELÁŘ J., Informace o výsledcích hodnocení výzkumných provenienčních ploch modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill.) série IUFRO 1958/59 v České republice ve věku 38 let, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště–Strnady, 2006, 43 s.

NOVÁK, J., SLODIČÁK, M., 2006: Výchova porostů modřínu opadavého, *Lesnická práce* 85 (12).

NOVOTNÝ, P., FRÝDL, J., ŠINDELÁŘ, J., 2000: Provenienční plochy modřínu opadavého, *Lesnická práce*, č.1/2000, str. 18-19.

NOŽIČKA, J., 1962: *Jesenický modřín*, Krajské nakladatelství Ostrava, 187 s.

POLENO, Z., VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J., ŠTEFANČÍK, I., MIKESKA, M., KOBLIHA, J., KUPKA, I., MALÍK, V., TURČÁNI, M., DVOŘÁK, J., ZATLOUKAL, V., BÍLEK, L., BALÁŠ, M., SIMON, J., 2009: *Pěstování lesů III. – Praktické postupy pěstování lesů*, Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce, s.r.o.*, 2009, 860 s.

TRUHLÁŘ, J., 2000: *Modřín adamovský*, *Lesnická práce*, č.1/2000, str. 20-22.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Remeš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 4. 10. 2017

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 2. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 16. 12. 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Pěstování modřínu opadavého na Šumavě s důrazem na LZ Boubín, Lesy ČR, vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Jiřího Remeše, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Lenoře dne 17. 4. 2019

Podpis autor

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Jiřímu Remešovi, Ph.D. za odborné vedení práce, cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce. Také bych rád poděkoval Ing. Petru Hanzlíkovi, Ph.D. za podporu při vypracování bakalářské práce. A nakonec bych rád poděkoval pracovníkům polesí Zátoň za vstřícnost při sběru dat v terénu a poskytnuté materiály ke zpracování práce.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá pěstováním Modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill.) na Šumavě, konkrétně jeho výskytem v nejkvalitnějších modřínových porostech, které se nacházejí v lokalitě Ptačí vrch a jsou uznané pro sběr reprodukčního materiálu. Oblast spadá pod Lesní závod Boubín – polesí Zátoň, Lesy České republiky, s. p. V zájmové oblasti byly vymezeny 4 zkusné plochy s různou expozicí. Hlavními dřevinami na zkusných plochách jsou smrk ztepilý (*Picea abies* L.), modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.), jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.), borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) a buk lesní (*Fagus sylvatica* L.). Na jednotlivých zkusných plochách bylo provedeno základní dendrometrické měření výšky (h) a výčetní tloušťky (d) všech dřevin. Modřín opadavý sice nemá největší zastoupení na zkusných plochách, ale díky vhodnému živnému stanovišti vytváří z produkčního hlediska nejkvalitnější dřevinu porostu.

Klíčová slova: pěstování lesa, modřín opadavý, Šumava, produkce

Abstract

This bachelor thesis focuses on silviculture of European larch (*Larix decidua Mill.*) in the Bohemian Forest (*Šumava*), namely its occurrence in the highest quality larch forests stands located in the Birdhill (*Ptačí vrch*). These forests are recognized for the collection of reproductive material. The location falls under the management of Forest establishment *Boubín – Polesí Zátoň*, Forests of the Czech Republic. Four experimental plots with different exposures were established in the area of interest. The main tree species on the experimental plots are Norway spruce (*Picea abies L.*), European larch (*Larix decidua Mill.*), European silver fir (*Abies alba Mill.*), Scots pine (*Pinus sylvestris L.*) and European beech (*Fagus sylvatica L.*). The basic mensuration parameters such as height (h) and diameter at breast height (DHB) of all the trees on individual plots were measured. European larch does not have the highest proportion on the plot, but thanks to the rich fertile soil, it represents the highest quality tree in the plots from production point of view.

Keywords: silviculture, European larch, Šumava Mts., production

Obsah

1	Úvod a cíle práce	1
2	Literární rešerše	2
2.1	Modřín opadavý (<i>Larix decidua</i> Mill.)	2
2.1.1	Areál druhu	2
2.1.2	Charakteristika druhu.....	4
2.2	Význam modřínu opadavého	5
2.3	Rozšíření Modřínu opadavého	5
2.4	Historie modřínu opadavého	6
2.5	Pěstování modřínu opadavého	7
2.6	Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i> L.).....	8
2.6.1	Areál druhu	8
2.6.2	Charakteristika druhu.....	9
2.7	Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.)	10
2.7.1	Areál druhu	10
2.7.2	Charakteristika druhu.....	11
2.8	Buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	12
2.8.1	Areál druhu	12
2.8.2	Charakteristika druhu.....	12
2.9	Jedle bělokorá (<i>Abies alba</i> Mill.).....	13
2.9.1	Areál druhu	13
2.9.2	Charakteristika druhu.....	14
3	Metodika	16
3.1	Popis zájmového území Šumavy	16
3.2	Monitorované plochy	17
3.2.1	Výčetní tloušťka ($d_{1,3} = \text{mm}$)	18
3.2.2	Výška (m).....	18
3.2.3	Objem (m^3)	18
3.2.4	Severní expozice	18
3.2.5	Jižní expozice	20
3.3	Testované hypotézy	21
3.3.1	Rozdíly produkčních charakteristik mezi dřevinami na celém zkoumaném území	21
3.3.2	Expozice	22
4	Výsledky a diskuze	24
4.1	Plošná tloušťková struktura porostů.....	24
4.2	Statistické vyhodnocení dendrometrických dat zkoumaných porostů	27

4.2.1	Vyhodnocení rozdílů v dosažených výčetních tloušťkách mezi jednotlivými dřevinami u všech ploch dohromady	27
4.2.2	Vyhodnocení rozdílů výšky všech dřevin u všech ploch dohromady	29
4.2.3	Vyhodnocení rozdílů objemů kmene všech dřevin bez kůry u všech ploch dohromady	31
4.2.4	Vyhodnocení produkčních charakteristik každé dřeviny podle jednotlivých expozičních	33
5	Závěr	48
6	Seznam obrázků.....	49
7	Seznam tabulek.....	50
8	Seznam použitých zdrojů	51
9	Přílohy.....	54

1 Úvod a cíle práce

Bakalářská práce je zaměřena na pěstování Modřínu opadavého na Šumavě. V teoretické části je pojednáno o jeho současném rozšíření a významu, dalším bodem práce je shrnutí historie a původ v českých zemích. Dalším tématem je popis způsobu pěstování, jakým se modřín pěstuje v Šumavských přírodních podmínkách (PLO 13). Dále bylo cílem bakalářské práce založit na vybrané lokalitě výzkumné plochy s různou expozicí pro detailní monitoring a výzkum rozšíření a růstu modřínu dalších zde rostoucích dřevin.

Hlavní pozornost byla v tomto směru věnována oblasti na Ptačím vrchu, který spadá pod katastrální území Lenory. Lesní hospodářství zde zajišťuje podnik Lesy České republiky s. p., konkrétně lesní závod Boubín – polesí Zátoň.

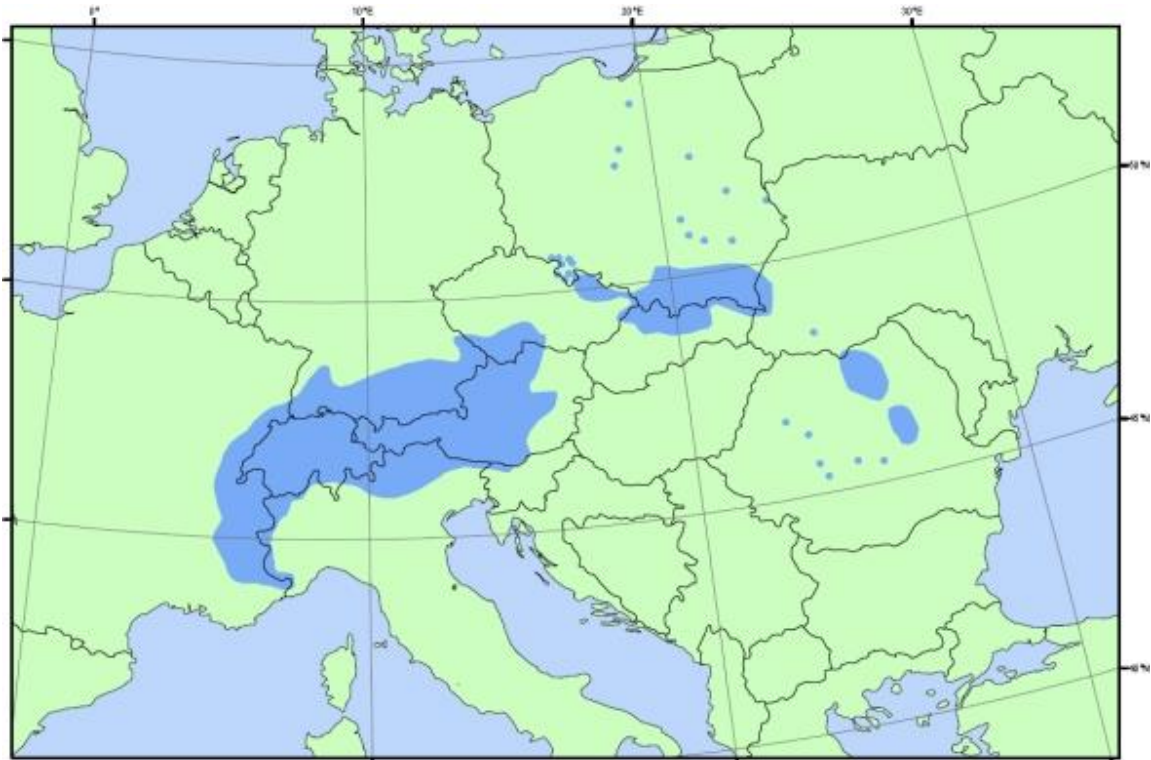
Hlavním cílem experimentální části této práce byla inventarizace modřínu opadavého a dalších dřevin (buk lesní, smrk ztepilý, jedle bělokorá a borovice lesní) celkem na 4 výzkumných plochách o velikosti 50 x 50 m na lokalitě Ptačí vrch v majetku Lesů České republiky s. p. Součástí práce je vyhodnocení růstu zde zkoumaných dřevin na všech výzkumných plochách se zvláštním zřetelem na vliv expozice.

2 Literární rešerše

2.1 Modřín opadavý (*Larix decidua Mill.*)

2.1.1 Areál druhu

Podle zjištěných předpokladů se usuzuje, že Modřín opadavý měl v mladších třetihorách nejhojnější zastoupení v severních oblastech Eurasie. V období pleistocénu, v dobách vrcholného glaciálu se modřín vyskytoval na území mezi alpským a pevninským zaledněním v karpatském oblouku, dále také na severovýchodě na území Ruska. Občasný výskyt modřínu v chladných výkyvech teplot byl také na jihoevropských poloostrovech – Balkánský, Apeninský a Pyrenejský. Nejčastější výskyt Modřínu opadavého se v dnešní době lokalizuje na území střední Evropy, Alpy, Karpaty, také oblast jihopolských pahorkatin a oblast Jesenického podhůří (Slávik, 2006). V České republice je modřín dřevinou autochtonní zejména v části Moravy a Slezska (Frýdl a kol., 2006).



Obrázek 1: mapa areálu modřínu opadavého (*Larix decidua Mill.*), mapa převzata z: <http://www.euforgen.org>

V rámci přirozeného areálu modřínu lze rozlišit jednotlivé místní populace:

- **Modřín raetický** – výskyt ve středních Alpách (600 – 1 800 m n. m.)
- **Modřín tyrolský** – horské pásmo východních Alp
- **Modřín norický** – rozšíření zaujímá podhorskou oblast východních Alp (250–800 m n. m.)
- **Modřín jesenický (sudetský)** – tento typ modřínu má u nás největší zastoupení, jedná se o oblast na severovýchodním svahu Jeseníků, s maximem výskytu na Bruntálsku (350–700 m n. m.)
- **Modřín tatranský** – výskyt tatranského typu je nejčastěji nad horní hranicí lesa (1 200 – 1 500 m n. m.) nebo v lesních pásmech na strmých vápencových a dolomitových svazích (Kobliha a kol., 2010). Výskyt tohoto druhu na vápencových svazích rozlišujeme jako zvláštní edafotyp, kvůli jeho slabší vzrůstnosti (Fér, Pokorný, 1993).
- **Modřín šarišský** – východní část tatranského areálu (400–800 m n. m.)
- **Modřín polský** – polský modřín je rozšířen po severním předhůří Karpat (zvláště Slovenských Beskyd) směrem na sever pokračuje rozšíření přes pahorkatiny až k Varšavě (200–600 m n. m.) centrum rozšíření má v oblasti Lysé Hory a Svatokřížských hor, toleruje velké zastínění a sucho
- **Modřín rumunský**

(Kobliha a kol., 2010)

2.1.2 Charakteristika druhu

Modřín opadavý je v mladém věku poměrně rychle rostoucí dřevina, s přímým kmenem, velice často šavlovitě zahnutým. Při maximální tloušťce $d_{1,3}$ 1,2 – 1,6 m dorůstá do výšky 40–50 m. Maximální věk modřínu je 400 – 500 let ve výjimečných situacích až 900 let (Slávik, 2006). Na území ČR je průměrný věk modřínu 63 let (Malčánková, Lukášová, 2017).

Jedná se o dřevinu skromnou na vlhkost a úrodnost půdy a zároveň také velice odolnou k větším teplotním výkyvům. Snížená dostupnost vody a vyšší poptávka po atmosférické vodě omezují modřín v nízkých nadmořských výškách v suchých alpských oblastech. Dobře se zmlazuje také na minerálních půdách. Odolnost modřínových lesů se může zvýšit s nadmořskou výškou v důsledku vlivu nadmořské výšky na klima (Bourcet, 1984).

Borka modřínu je zpočátku žlutohnědá až našedlá a rychle přechází do hrubé rozvrstvené, obdélníkové až síťovitě rozpukané, hluboce rýhované kůry. Kůra kmene bývá většinou hnědočervená až šedohnědá na lomu fialově zbarvená (Slávik, 2006).

Charakteristický kořenový systém pro modřín tvoří jeden nebo více silných kulovitých kořenů, které se později ještě více rozvětví. Takhle mohutný kořenový systém modřínu napomáhá dobře zakotvit v půdě a velice dobře odolávat silnému větru.

V útlém věku je koruna stromu štíhlá až kuželovitá, později má tendenci tvořit zaoblenou korunu s dlouhými větvemi 1. řádu. Větve modřínu na rozdíl od jiných jehličnatých dřevin nevyrůstají v pravidelných přeslenech, jsou uspořádány ve šroubovici. Větve vyrůstají od kmene vodorovně, avšak na konci bývají srpovitě vzpřímené. Porušení pravidelného habitusu bývá často díky vnějším činitelům, jako jsou: vítr, sníh a porostní zápoj. Větve druhého a dalších řádů jsou výrazně tenčí a ohebnější (Slávik, 2006).

Mladší modříny rostou velice rychle a díky tomu se označuje jako nejrychleji rostoucí domácí jehličnatá dřevina. Během prvního roku dokáže modřín dorůst až do výšky 15–20 cm. Růst vrcholí ve 20 roku života a od 60 roku růst slábne až do 100 roku. Jelikož si dřevina zachovává tloušťkový růst až do vysokého věku, může dosahovat poměrně velkých tloušťkových dimenzí.

2.2 Význam modřínu opadavého

Lesy s příměsí modřínu opadavého (*Larix decidua Mill.*) jsou nejméně zkoumané, ačkoli jsou stejně důležité jako jiné typy lesů a nabízejí rovnocennou ochranu proti lavinám a sesuvům půdy (Sterba a kol., 2018). Modřín je v dnešní době velice oblíben mezi lesníky, jak díky jeho vysoké produkci, tak i kvůli jeho odolnosti proti abiotickým činitelům a jeho relativní toleranci vůči imisím (Novák, Slodičák, 2006). Pravděpodobnost výskytu čistých modřínových lesů roste převážně s nadmořskou výškou, a čisté modřínové lesy se stabilně vyskytovaly v horských a subalpínských pásmech. Odolnost modřínových lesů se může zvýšit s nadmořskou výškou, nejpravděpodobněji v důsledku vlivu nadmořské výšky na klima. Za stejných klimatických podmínek se schopnost využívání půdy jeví jako hlavní faktor ovlivňující dominanci modřínových lesů (Moris a kol., 2017). Modřín opadavý se stává v širším kontextu dřevinou žádanou, nejen pro jeho známé stabilizační a produkční funkci, ale i z hlediska rostoucí poptávky po vysoce kvalitní dřevní hmotě této dřeviny. Jednou z možností významného nárůstu produkce dřevní hmoty je využití geneticky vysoce vhodného – šlechtitelského materiálu. Šlechtění lesních dřevin uplatňuje poznatky lesnické genetiky a tyto využívá ke zvyšování produkce dřevní hmoty, ke zvýšení konkrétních podílů kvalitativně hodnotnějších sortimentů, případně k produkci sortimentů na základě potřeb odběratele (Slávik, 2006).

2.3 Rozšíření Modřínu opadavého

V České republice se modřín jako původní dřevina vyskytuje pouze v jesenické oblasti (oblast Moravy a Slezska), v ostatních oblastech České republiky, kde se dřevina vyskytuje, je nepůvodní. Modřín z jesenické oblasti je označován jako sudetský ekotyp a je základem pro využití modřínu v ČR. Ačkoli u nás má v přirozené druhové skladbě pouze minimální zastoupení, uvádí se, že doporučené zastoupení by mělo být 4,5 % plochy. V roce 2015 bylo v České republice zastoupení modřínu 3,9 %, Ústecký kraj přitom vykazuje největší zastoupení modřínu v ČR, ale porosty, které dosahují největší bonity, jsou v oblasti Moravy (Malčánková, Lukášová, 2017).

Ve vybraném zájmovém území s názvem Ptačí vrch, které spravuje Polesí Zátoň, které patří do Lesního závodu Boubín podniku – Lesy České republiky, není modřín původní dřevinou. Stromy byly vysázeny před 160 lety. Aktuální zastoupení modřínu na Polesí Zátoň činí v druhové skladbě 0,33 % (14,21 Ha) z celkových 4291,81 Ha všech dřevin.

Současné zastoupení modřínu opadavého v druhové skladbě Šumavy je 0,5 % (632 ha) a cílové zastoupení 0,4 % (533 ha) ze všech dřevin na daném území (Vacek, Podrázský, 2003).

2.4 Historie modřínu opadavého

Už před rokem 1600 existovaly zprávy o výskytu modřínu u nás, konkrétně v roce 1523 z prvního českého urbáře oblasti Krnovska. Nejpodstatnější záznamy o historii modřínu v Čechách byly v roce 1945 za následky požáru zničeny v tehdejší říšském archivu v Opavě (Nožička, 1962).

Modřín opadavý byl na Šumavě zaveden poprvé v roce 1791. Postupem času, se pěstování modřínu velice rozšířilo. V třicátých letech zde byl obecně rozšířen, hlavně v lesích panských (Macar, Maršík, 2005).

V 16. století bylo modřínové dřevo v Čechách velice známo, avšak modřín na většině území nebyl původní dřevinou. Dováželo se do Prahy z Jesenické oblasti. V roce 1771 proběhly v okolí Hluboké nad Vltavou první pokusy pěstování modřínu. Výsledek není znám. Po 11 letech v roce 1682 proběhl druhý pokus o pěstování modřínu. Ve Štýrsku na muravském panství nechal kníže Schwarzenberg nasbírat a poslat modřínová semena do Hluboké nad Vltavou tehdejšímu hejtmanu Hosinskému, který modřín zasel v blízkosti zámku a u Vltavy na kamenité, vlhké a písčité půdě (Nožička, 1962).

V říjnu roku 1798 bylo zakoupeno 112 kg semene modřínu od tyrolského obchodníka Ondřeje Hubra z Obernfussu u Innsbruck, 8,96kg bylo knížetem Schwarzenbergem přiděleno na Šumavu do města Vimperk (Nožička, 1962).

Zpočátku byla použita semena sudetského původu přizpůsobená místním podmínkám, ale od poloviny 19. století přišla možnost nakoupit levnější semena evropských modřínů ze středních Alp. Tato semena byla použita s ohledem na jejich původ. Lesy, kde byla využívána semena z vysokohorských alpských

lokalit, utrpěly obrovské ztráty: 90 % lesních porostů ve věku 20–50 let bylo napadeno a zničeno rakovinou dřeva (Małgorzata a kol., 2018).

V důsledku této události začali lesníci více přihlížet na původ semene a postupně přicházeli na fakt, že oblast horská a podhorská nejvíce vyhovuje semenu z jesenické oblasti. Jelikož po tomto typu semene rapidně vzrostla poptávka, začal ho být velký nedostatek. I přes všechny tyto nedostatky se podařilo českým lesníkům vypěstovat kvalitní modřínové porosty rozšířit jejich zájem o další šíření (Nožička, 1962).

2.5 Pěstování modřínu opadavého

Modřín opadavý je v České republice zastoupen 3,9 %. V dřevinné skladbě se doporučuje zvýšit zastoupení až na 4,5 % (Novák, Slodičák, 2006).

V hospodářských lesích s převažující dřevoprodukční funkcí se čisté modřínové porosty nedoporučují. Při vzniku čistých modřínových porostů, je třeba zajistit dostatek bočního a horního světla nadějným jedincům. S výchovnými zásahy je třeba v těchto porostech začít už v zapojujících se mlazinách odstraněním netvárných a nemocných jedinců v úrovni a podúrovni. Jedinci, kteří se v porostu jeví jako nadějní, je třeba uvolnit tak, aby mezera mezi jednotlivými stromy byla v rozmezí 3–4 m.

Výchova porostů v pozdějším věku směřuje k odstranění utlačované podúrovně, ale v nastávajících kmenovinách a tyčovinách jsou doporučovány podúrovňové zásahy ve velké míře. Zásah do úrovně není v této fázi úplně vyloučen, pokud koruna klesne pod 1/3 výšky stromu, měla by se uvolnit. Nějakým způsobem zanedbaná výchova v modřínových porostech vede ke zmenšení přírůstu. V kvalitních, nesmíšených a stejnověkových porostech II. věkové třídy je potřeba podřídit výchovná opatření potřebám náletu a podsadeb přidaných dřevin.

Dvouetážové porosty vzniklé touto metodou se řadí k nejkvalitnějším a vykazují vysokou produkci. Popisovaný postup je možno použít také v čistých monokulturách modřínu, které byly založeny na zemědělských půdách. Modřín je zastoupen především na živných stanovištích, kde vytváří nejvhodnější jednotlivou, nebo skupinovitou příměs. Na stanovištích SLT 1B, 2B, 2H, 3C, 4S a 5N je doporučována příměs modřínu více než 20%. Příměs do 30 % může

modřín tvořit dřevinnou skladbu na stanovištích SLT 3-4H a 3-4D. Přimíšený modřín v porostech jiných dřevin musí trvale předrůstat ostatní stromy, z čehož vyplývá, že musí být velice záhy uvolňován (Novák, Slodičák, 2006).

Ve smrkových porostech, kde hustota sazenic vychází na 3–4 tis. na 1 ha a které se nacházejí na bohatých živných stanovištích CHS 45 a 55 se doporučuje zahájit výchovné zásahy při horní porostní výšce 5 m selektivním podúrovňovým zásahem, po kterém by mělo v porostu zůstat rovnoměrně rozestoupeno minimálně 1600 ks nejkvalitnějších jedinců (Poleno a kol., 2009). Při neplnění doporučené redukce ve smrkové mlazině může dojít k pěstebním, ochranným i technologickým potížím. Nejvhodnější se z hlediska pěstebního jeví jednotlivá příměs modřínu v porostech. Při vzniku větších skupin modřínu, kde není předpoklad budoucího přirozeného přechodu s věkem k příměsi jednotlivé, je třeba v nich hospodařit podle výše uvedených zásad (Novák, Slodičák, 2006).

2.6 Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.)

2.6.1 Areál druhu

Rozšíření Borovice lesní je téměř po celé Evropě, v Asii pak ve velké části lesních oblastí, avšak v evropském nížinném oceánském klimatu chybí jako původní dřevina, týká se to především Dánska, severozápadní Francie, Irsko a na Britských ostrovech (Fér, Pokorný, 1993). Jako stromovitá dřevina má nejrozsáhlejší areál s největší ekologickou amplitudou (Musil, Hamerník, 2003). V severní části Evropy zasahuje podstatně dál než smrk, až do nejsevernější tundry Norska, kde má pouze klečovitý vzrůst. Směrem na západ postupuje areál borovice na území Francouzského středohoří. Je známo také rozšíření borovice v horských oblastech Pyrenejského poloostrova směrem na jih do pohoří Sierra Nevada. Balkánský poloostrov zastupuje borovice v Dinárském pohoří až ke státu Albánie. V horských oblastech Bulharska je borovice původní dřevinou (Fér, Pokorný, 1993). V ČR se datuje původní rozšíření borovice v období mezofytika. Autochtonní borovice lesní v ČR roste pouze ostrůvkovitě na extrémních reliktních stanovištích. Populace borovice v Čechách lesníci řadí k hercynskému ekotypu (Musil, Hamerník, 2003).

2.6.2 Charakteristika druhu

Borovice lesní je strom s výškou sahající až k 40 m (Fér, Pokorný, 1993). Na některých extrémních stanovištích může být borovice malého až klečovitého vzrůstu (Musil, Hamerník, 2003). Samostatně rostoucí stromy dospívají v 15. roku života, zato v zápoji dospívá až mezi 30. – 40. rokem (Fér, Pokorný, 1993). Borovice roste s přímým, válcovitým kmenem, který je poměrně často vysoko odvětvován (Fér, Pokorný, 1993). Dolní část kmene kryje silná, rozpukaná borka. Postupně v horní části se silná kůra odlupuje a přechází v rezavě červenou či oranžovou barvu (Musil, Hamerník, 2003).

Borovice lesní má mohutný kulovitý kořenový systém, kořeny mohou jít do hloubky 1,5 - 3 m, v suchých a písčitých půdách často ještě hlouběji. (Musil, Hamerník 2003) Tvoří také boční kořeny, které borovici napomáhají k pevnému ukotvení v půdě a tím pádem netrpí vývraty (Fér, Pokorný, 1993). Borovice lesní je považována za zpevňovací dřevinu (Musil, Hamerník, 2003). Pouze na mělkých a podmáčených půdách vytváří mělké kořeny. Při výskytu borovice na skalnatém terénu obklopí své kořeny po povrchu skály společně se zarůstáním do puklin (Fér, Pokorný, 1993).

V mládí je koruna borovice pravidelně kuželovitá s přeslenovitě vedenými větvemi. Ve stáří vytváří jemné větve a korunu špičatou, nebo kvůli pozdnímu růstu vrcholu a mohutným hořejším větvím se poté kopulovitě vyklene, nebo se deštníkovitě zploští a vzniká tedy koruna nepravidelná. Obecně platí, že širokokorunné borovice s méně přímými kmeny se nejčastěji vyskytují na západě, kdežto borovice s úzkou korunou, jemnými větvemi a přímým kmenem mají největší zastoupení na východě a severovýchodě (Fér, Pokorný, 1993).

Pupeny borovice jsou vejčité podlouhlé, přišpičaté, bez pryskyřice, obalené četnými na okraji blanitými až třásnitými šupinami. V květnu z těchto pupenů vyrůstají nové větévky. Přímé, nebo točité jehlice na brachyblastech po dvou ve svazečku (Fér, Pokorný, 1993). Opadávají každé 2–4 roky, v sušších oblastech každé 2 roky (Musil, Hamerník, 2003). V zápoji borovice dospívá až mezi 30. – 40. rokem, u samostatně rostoucích jedinců dospívá 15. rokem. Cyklus semenných let je každé 3–4 roky.

Samčí šištice jsou 6–8 mm dlouhé, sírově žluté a mají vejčitý tvar. Samičí šištice mající kulovitý tvar a červenou barvu vyrůstají na nejvitálnějších výhonech v horní části osluněné části koruny. Prvním rokem jsou šišky borovice velikosti lískového oříšku a do obvyklé velikosti dorůstají druhým rokem. Třetím rokem z šišky opadává semeno na zem a v létě toho samého roku spadá na zem i samotná šiška (Fér, Pokorný, 1993).

Jádro borovice je dobře rozlišitelné od žlutavé běle, je červenohnědé barvy s ostře výraznými letokruhy. Dřevo je měkké, pružné a lehké (Fér, Pokorný, 1993).

Z hlediska upotřebení je má borovice podobný význam jako smrk a stojí z hlediska významnosti hned za smrkem. Stejně jako smrk, dokáže na extrémních stanovištích plnit také rekultivační a půdoochranné úlohy (Musil, Hamerník, 2003).

2.7 Smrk ztepilý (*Picea abies* (L) H. Karst.)

2.7.1 Areál druhu

Smrk ztepilý je jedna z nejčastějších dřevin v Evropě. Zaujímá území od Balkánského poloostrova až do Norska, Finska a Ruska (Fér, Pokorný 1993). Jedná se o nejdůležitější hospodářskou dřevinu severní a střední Evropy – neboli také „opora dřevařského průmyslu. Aktuální zastoupení v dřevinné skladbě lesů České republiky činí 54 % (Musil, Hamerník, 2003). Roste ve výškovém rozmezí 0–4800 m. n. m. Rozšíření smrku v Evropě je od jehličnatých boreálních lesů až klimaticky mírné květenné oblasti. Zasahuje také do lesů severní části subtropů (Slávik, 2006).

Podle ekologických hledisek rozdělujeme areál smrku na dvě rozlišné části:

1. Severská oblast

Jedná se o oblast Skandinávie a Finsko, směrem na jih do Pobaltí a hranice prochází střední částí Ruska k Uralu. Výskyt smrku v této oblasti většinou v nížinách a pahorkatinách.

2. Středoevropsko-balkánská oblast – většinou horské oblasti, dnes ostrůvkovitá sledující jednotlivá pohoří (Musil, Hamerník 2003). Zaujímá střední a jihovýchodní oblasti střední Evropy. U nás se jedná především o Šumavu, Krušné hory, Krkonoše, Orlické hory, Jeseníky, Beskydy v nadmořských výškách 600–950 m. n. m. (Fér, Pokorný, 1993).

- a) Hercynsko-karpatská podoblast
- b) Alpská podoblast
- c) Dinárská podoblast
- d) Rodopská podoblast

2.7.2 Charakteristika druhu

Strom s výškou 30–50 m a průměrem 150 cm (Fér, Pokorný, 1993). Dosažitelný průměr může být až $d_{1,3} = 1 - 1,5$ m. Největší smrk měl průměr $d_{1,3} = 1,82$ a dosáhl objemu 45 m³. Smrk má pyramidální korunu, špičatou až do vysokého věku. Větvení je velice variabilní. Vinou velkého větru na horských oblastech mohou vznikat jednostranné vlajkové koruny (Musil, Hamerník, 2003).

Kůra smrku má červenohnědou barvu, avšak s přibývajícím věkem se mění na kůru šupinovitě odlupčivou (Fér, Pokorný, 1993). Smrk má měkké, lehké, bledě nažloutlé dřevo, snadno opracovatelné. Vícevrstevné dřeňové paprsky s drobnými pryskyřičnými kanálky, jádro není zřetelně rozlišeno (Musil, Hamerník, 2003).

Jehlice smrku jsou 10–25 mm dlouhé a 1 mm široké, pupeny hnědavé a nepryskyřičné. Opad jehlic je každých 6–9 let, přičemž v oblastech zasaženými imisemi je cyklus opadu urychlen vlivem škodlivých látek. Na konci výhonů můžeme najít zelené nebo purpurové samičí květy, které se po opylení stáčí dolů a mění se v převislou šišku. Doba květu bývá u smrku mezi dubnem a

červnem (Fér, Pokorný, 1993). Tmavě hnědé, zralé šišky dozrávají na podzim 1. roku, předtím jsou nazelenalé a řidčeji červenofialové.

Plodnost smrku nejčastěji kolem 60 roku života každých 4 - 5let, pokud se nachází na stanovištích imisně ohroženými, plodnost může být i dřív (Musil, Hamerník, 2003).

S přirozenými smrkovými monokulturami se můžeme setkat v polohách nad 1000 m. n. m. V polohách nižších se vytváří porosty smíšené, nejčastěji je zde směs buku, smrku a jedle. Občas se můžeme setkat i s příměsí javorů, jasanů a lip a to na suťových svazích. Při spodní hranici výskytu vytváří smrk porosty s dubem, bukem a jedlí (Fér, Pokorný, 1993).

2.8 Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.)

2.8.1 Areál druhu

Buk je velice důležitou součástí evropských středohorských a horských lesů. Přirozený areál buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) je ve dvou částech Evropy, a to ve střední a západní části. Severní hranice areálu končí okrajem Švédska, na východ tvoří hranice areálu úpatí Karpatského oblouku. Pyreneje tvoří západní hranici rozšíření buku a směrem na jih zasahuje areál až do pohoří severního Řecka. V České republice se buk vyskytuje ve všech kopcovitých a horských oblastech. Horní hranice buku v evropského je v Evropě velice rozdílná, nejvyš, kde buk vytvořil plnohodnotný les je na Sicílii ve výšce 1965 m. n. m. Tam, kde se buku dostává nejlepších stanovištních podmínek, vytváří horní hranici lesa. Spodní hranici výskytu buku v Evropě zaujímá v oblastech českých pohoří, např. Krušné hory, Šumava, Krkonoše a Lužické hory. Na příznivých stanovištích dokáží bučiny sestoupit až do výšky kolem 200 m. n. m. (Mráček, 1989).

Přirozené zastoupení buku v druhové skladbě lesů činí 40,2 %, současné zastoupení je 6,1 % a doporučené 18 % (Musil, Möllerová, 2005).

2.8.2 Charakteristika druhu

Buk lesní (*Fagus Sylvatica* L.) je strom dorůstající 35–40 m výšky. Silný jedinec může dosáhnout průměru $d_{1,3}$ až 1,5 m, objem s těmito velkými veličinami může dosáhnout až 30 m³. Buk se dožívá obvykle 300–400 let. Kůra buku má

nápaditou šedou barvu, je hladká. Kmen je vysoko do koruny průběžný. Buk lesní netrpí na silné větry díky jeho srdčitému kořenovému systému se silnými bočními kořeny, při silných větrech se kmen buku spíše láme. Listy buku se na podzim zbarví do žlutých, zelených až červených barev až nakonec úplně zhnědnou a opadají. Plody buku jsou bukvice. Jedná se o trojboké nažky v čišce, pokryté měkkými ostny. Při konzumaci velkého množství bukvic jsou mírně toxické jinak normálně jedlé. Po jedli toleruje buk největší zastínění. Z důvodu velkého zástínu ostatních dřevin vytváří buk často nesmíšené víceetážové porosty. Z pedologického hlediska nejsou pro buk optimální podmínky ve dvou extrémech, jednak nesnáší zamokřené půdy, ale také půdy suché. Půdy provzdušněné humózní, minerálně bohaté a čerstvě vlhké jsou pro růst buku optimální. Buk je také velice náchylný na pozdní mrazy, při kterých se podél kmene často vytváří velké praskliny (Musil, Möllerová, 2005). Vyhovující teploty pro buk se pohybují v rozmezí mezi 15–25 °C (Mráček, 1989). Bukové dřevo je velice tvrdé a těžké, bez zřetelného pravého jádra. Nepravé jádro často ve stáří snižuje kvalitu dřeva. V Evropě je buk jedna z ekonomicky nejvýznamnějších dřevin (Musil, Möllerová, 2005).

2.9 Jedle Bělokorá (*Abies alba Mill.*)

2.9.1 Areál druhu

Evropská dřevina s malou rozsáhlou oblastí rozšíření. Areál Jedle bělokoré nezasahuje do severní a východní Evropy, jejím hlavním areálem jsou horské oblasti střední a jižní Evropy. Pohoří Vogézy, Schwarzwald mají velice hojné zastoupení jedle. Rozšíření pokračuje k pohoří Juru ve Švýcarsku a Duryňský les směrem k okrajovým pohoří České republiky. Velmi omezený výskyt je také v západní Evropě, konkrétně v oblasti východních Pyrenejí, v Normandii a ve Francouzském středohoří. Alpská a hercynskokarpatská oblast se považuje za těžiště výskytu jedle Bělokoré. V České republice má své zastoupení v okrajových pohořích, jakými jsou – Šumava, Krkonoše, Krušné hory, Moravsko-slezské Beskydy apod. Výskyt ve spodní hranici se pohybuje kolem 300 m. n. m. (Fér, Pokorný, 1993).

2.9.2 Charakteristika druhu

Jedle bělokorá (*Abies alba Mill.*) je strom s válcovým a přímým kmenem, který se dorůstá výšky 25–40 m. Společně se smrkem tvoří jedle jednu z nejdůležitějších dřevin pro průmyslové využití, její tloušťka v $d_{1,3}$ může dorůstat až do 1 m (Horáček, 2017). Jedle se řadí k dřevinám melioračně zpevňujícím a pro druhovou skladbu středoevropských lesů je velmi důležitá (Třeštík, Podrázský, 2017). Věk jedle je poměrně vysoký, dožívá se 300–500 let (Fér, Pokorný, 1993). Aktuální zastoupení Jedle bělokoré v druhové skladbě lesů v České republice kleslo na 1,1 % (Černý, 2017).

Stavba koruny je v útlém věku kuželovitá a postupně přechází do válcovitého tvaru a na vrcholu zploštělá. Borka jedle je zpočátku hnědá, s rostoucím věkem jemně rozpraskaná a stříbřitě šedá (Horáček, 2017).

Pupeny jsou hnědé, nepryskyřičné a výhony krátce šedě chlupaté. Charakteristické dvouřadě rozložené jehlice na větéve, ploché, shora tmavě zelené. Dva bělavé proužky na rubu značící průduchy a na konci jehlice mělce vykrojené. Délka jehlic je 18–30 mm a šířka 2 mm.

Samičí květy jsou 3–5 cm velké vztyčené šištice v horní části koruny, samčí květy jsou pohromadě na rubu loňských větévek, doba květu je počátkem května. (Fér, Pokorný, 1993). Jedle plodí již po dosažení 30 roku života, téměř každoročně s významnými semennými roky v intervalu maximálně každé 4 roky (Martiník, Dušek, 2017). Podpůrné šupiny, překrývající 2 vajíčka na svrchní straně plodolistů, které někdy vyčnívají několik mm ze zralých šišek. Šišky, které dosáhnou zralosti jsou válcovité, 10–20 cm dlouhé a 3–5 cm široké. V polovině září šišky jedle dozrávají a rozpadají se přímo na větvích, kde zůstávají pouze vřetena šišek. Jedlové semeno je trojboké s červenohnědým trojúhelníkovitým křídlem. Klíčivost semen je mezi 50–60 %.

Z pedologického hlediska dává jedle přednost kvalitnějším, bohatším půdám. Vyhýbá se kyselým a suchým půdám a dává přednost půdám s dostatečnou vlhkostí. Na světlo je dřevina velice nenáročná, v mládí dokonce vyžaduje zastínění (Fér, Pokorný, 1993).

V důsledku oteplení a vysušení klimatu, zvýšeného výskytu polutantů v ovzduší, které mají negativní vliv na zdravotní stav dřeviny, byla považována

za dřevinu problematickou. Jedle bělokorá se proto nedoporučovala do městských parků a měla by být nahrazena jinými druhy jedlí, které znečištění ovzduší snáší lépe (Fér, Pokorný, 1993).

3 Metodika

3.1 Popis zájmového území Šumavy

Ptačí vrch – LHC Vimperk

- 867,7 m. n.
- Roční průměrná teplota 5,1 °C
- Průměrný roční úhrn srážek je na daném území 864 mm
- vegetační doba trvá 121 dní

Porost 240A16

- výměra – 10,25 ha
- věk – 164 let
- lesní typ – 6K6 (Drsnější a humidnější klima středních horských poloh)
- cílový hospodářský soubor – 55 (stanoviště na kyselém podloží středně hlubokých půd a vodou ovlivněných stanovištích)
- dřevinné složení – SM, MD, BK, JD, BO

Porost 233B16

- výměra – 10,25 ha
- věk – 164 let
- lesní typ – 6K6 (Drsnější a humidnější klima středních horských poloh)
- cílový hospodářský soubor – 55 (stanoviště na kyselém podloží středně hlubokých půd a vodou ovlivněných stanovištích)
- dřevinné složení – SM, MD, BK, JD, BO

LHC Vimperk je rozloženo na území lesních oblastí PLO 12 – předhoří Šumavy a Novohradských hor a na PLO 13 – Šumava. Celkově se LHC Vimperk v těchto lesních oblastech rozkládá na 18 468, 92 ha. Ptačí vrch spadá do jihovýchodní části geomorfologického celku Šumavské podhůří. Šumavské podhůří má charakter členité vrchoviny vrásno-zlomového původu s výraznou modelací selektivní eroze a denudace. Protékají zde řeky Volyňka, Otava, Blanice a Vltava. Zkoumané plochy modřínu pravděpodobně pocházejí

z jednotvárné série moldanubika, která je zastoupena migmatity rozličného typu a biotickými pararulami. Pedologické podloží na všech zkoumaných plochách tvoří kambizem. (Textová část LHP – LHC Vimperk, 2015).

Oblast Šumavy je rozdělná na dvě základní klimaticky odlišné oblasti. První oblast, kterou je pohraniční pásmo společně s údolím Vltavické brázdy, horní Vltavy a Otavy v nadmořských výškách nad 800 m, dále pak jihozápadní svahy Boubínské hornatiny a Želnavské hornatiny. Druhou oblast zaujímají severní a severovýchodní svahy Boubínské hornatiny a také přilehlá část Šumavského podhůří. Většina Šumavy patří podle klimatického členění do chladné oblasti středoevropského středohorského typu podnebí. Údolí Vltavy od Lenory a jižní svahy Želnavské hornatiny s některými částmi Šumavského podhůří spadají už do mírně teplé oblasti. Podnebí Šumavy má obecně přechodný charakter mezi kontinentálním (vnitrozemským) a oceánským (přímořským) podnebí, roční výkyvy teplot jsou malé a značně vysoké počty srážek se stejnoměrným rozložením během roku (Anděra, 2003).

Šumavské pláně, místo s nejchladnější částí Šumavy rozkládající se na 450 km² a tvořící tak nejrozsáhlejší souvislou plochu ve střední Evropě v nadmořských výškách nad 1000 m. n. m. V blízkosti těchto plání se nachází meteorologická stanice Churáňov s nadmořskou výškou 1122 m. Průměrná roční teplota se zde pohybuje maximálně do 4 °C, nachází se zde také místo s průměrnou roční teplotou 2 °C lokalizováno pod Jezerní slatí nad Kvildou v nadmořské výšce 1058 m. Nejchladnější den byl zaznamenán 30. ledna 1987, kdy byla naměřena teplota -41,6 °C, naopak nejteplejší šumavský den byl 27. července 1983 s naměřenou teplotou +34,2 °C (Anděra, 2003).

3.2 Monitorované plochy

Na základě terénní rekognoskace byly v porostu vybrány celkem 4 monitorované plochy. Výzkum byl zaměřen především na Modřín opadavý (*Larix decidua Mill.*) a jeho pěstební kvalitu na stanovištích s jižní a severní expozicí. Všechny plochy se nachází na území lesního závodu Boubín – polesí Zátoň.

Celková velikost monitorovaných ploch je 2 ha. Na všech plochách byl změřen každý strom, který splňoval kritérium $d_{1,3} > 7$ cm.

Po změření základních dendrometrických veličin ($d_{1,3}$, výška) byla data z digitální průměrky stažena do počítače, kde v programu excel probíhala jejich úprava a další zpracování. Pomocí výčetní tloušťky ($d_{1,3}$) a výšky (h) byly vypočítány objemy jednotlivých stromů a jednotlivých dřevin. Pro výpočet objemu stojících stromů byly použity vzorce Petráše a Pajtíka (1991).

3.2.1 Výčetní tloušťka ($d_{1,3} = \text{mm}$)

Postupně byl změřen každý strom, který se nacházel na výzkumné ploše digitální průměrkou „Digitech Professional.“ Pro větší přesnost měření tloušťky bylo zvoleno měření křížem každé dřeviny od výčetní tloušťky 7 cm.

3.2.2 Výška (m)

Pro stanovení zásoby porostu byly naměřeny výšky stromů v porostu. Výška byla měřena výškoměrem Vertex Laser 400 zapůjčeným z lesní správy Zátoň.

Počet výšek měřených pro každou dřevinu je udáván podle počtu všech změřených jedinců pro každou dřevinu. Při počtu stromů do 5 ks je nutno změřit všechny výšky. Při počtu stromů od 6 do 50 kusů je nutno změřit minimálně 6 výšek u každé dřeviny (Valenta, Šešulka, 2015).

3.2.3 Objem (m^3)

Objem stojících stromů byl následně vypočítán v excelových tabulkách, kde byly použity postupně na každou dřevinu vzorce objemových rovnic s kůrou i bez kůry.

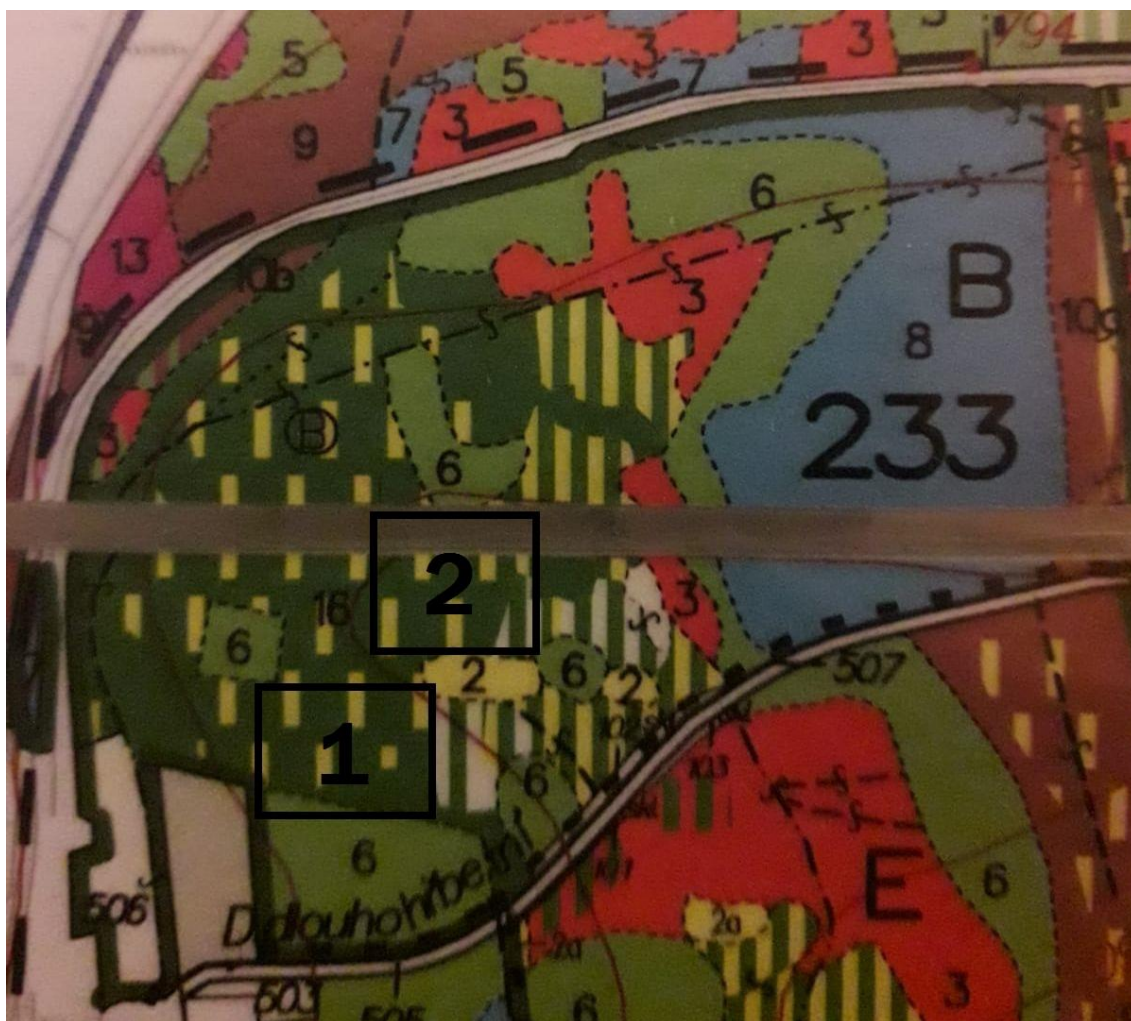
3.2.4 Severní expozice

Monitorované plochy severní expozice spadají do CHS 53 - hospodářství kyselých stanovišť vyšších poloh a 6K6 - Kyselé smrkové bučiny (6. LVS)

CHS 53 - Jedná se o stanoviště na kyselém podloží středně hlubokých půd. Porosty s průměrnou produkcí, které jsou částečně ohroženy větrem a sněhem. Intenzivní výchovné zásahy ve smrkových porostech se zaměřením na stabilitu a kvalitu porostu a úpravu druhové skladby ve prospěch vtroušených a přimíšených dřevin. Prořezávky v bukových a smíšených porostech pouze úrovňové a nadúrovňové s odstraněním netvárných jedinců a uvolnění vtroušených a přimíšených dřevin. Probírky jsou realizovány pozitivním výběrem s cílem podpory nadějných vybraných stromů v úrovni, jejichž počet je v rozmezí 250–400 jedinců. Pro přirozenou obnovu porostu vytváří CHS 53 dobré podmínky s využitím maloplošné clonné seče. Chybějící cílové dřeviny se doplňují umělou obnovou. Pokud není možná přirozená obnova, obnovuje se uměle, často s výhodou pro stinné dřeviny. (Poleno a kol., 2009)

6K6 – Drsnější a humidnější klima středních horských poloh s přirozeným zastoupením smrku ztepilého, sníženou kvalitou buku lesního a malý výskyt jedle bělokoré. Zaujímá údolní i vrcholové svahy, méně zvlněné plošiny nebo hřbety, v oblastech údolního pískovcového dna. Půda je zde čerstvě vlhká a středně hluboká – typické a oligotrofní kryptopodzoly.

Plocha č. 1 a 2 se nachází v porostu 233 B16. Pomocí pásma byla vytyčena velikost plochy 50 x 50 m (0,25 ha) a označena dřevěnými kůly zatlučené do země. Pro lepší viditelnost byly všechny kůly označeny oranžovým sprejem.



Obrázek 2: porostní mapa s vyznačenými zkusnými plochami č. 1 a 2

3.2.5 Jižní expozice

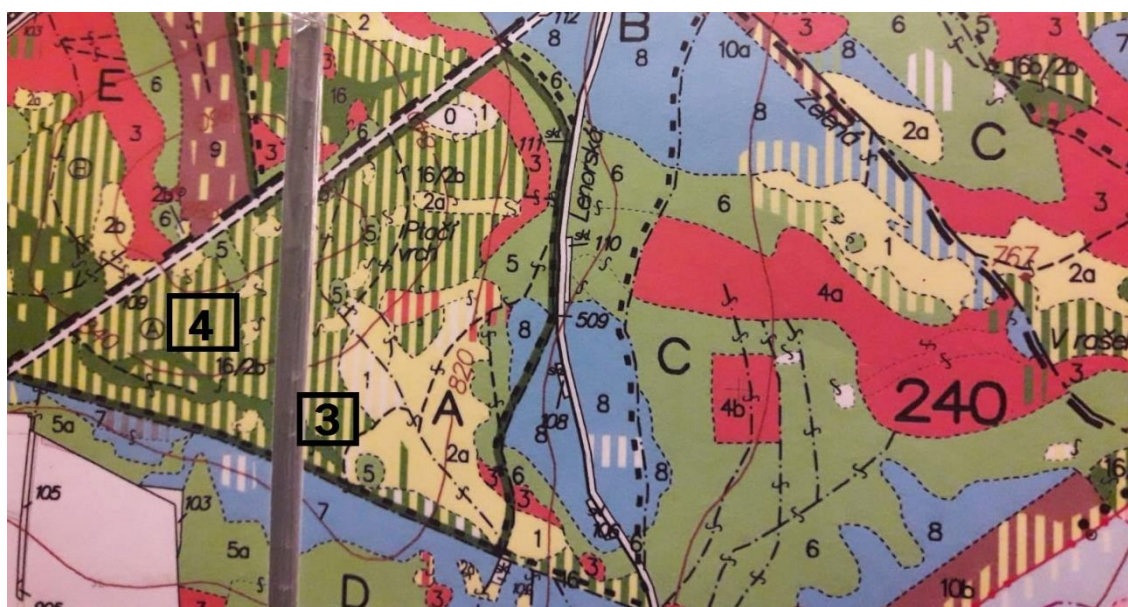
Monitorované plochy jižní expozice spadají do CHS 55 – hospodářství živných stanovišť vyšších poloh a 6S1 - svěží smrková bučina šřavelová (6. LVS)

CHS 55 – Bohatší podloží hlubších půd na bohatém a svěžím stanovišti. Velké ohrožení rozvoje buřeně, zvýšené ohrožení sněhem a větrem. Porosty s průměrnou a nadprůměrnou produkcí. Výchova se v mladých smrkových porostech realizuje intenzivní prořezávkou za účelem zvýšení stability porostů a na úpravu druhové skladby porostů. Mírnější úrovňové zásahy se doporučují provádět ve starších porostech. Aby se předešlo zabuřenění, doporučuje se udržet zápoj nad 90 %. Výchovné zásahy v bukových porostech jsou podobné jako u CHS 53. Probírky jsou zaměřeny tak, aby cílový počet nadějných stromů na 1 ha v úrovni byl mezi 300–500 jedinci. Přirozená obnova je značně omezena

díky vitálnímu zastoupení buřeně, proto je důležité zachovat plný zápoj až do mýtního věku. Upřednostňují se malé clonné seče, pro dosažení kvalitní přirozené obnovy. Pokud není možná přirozená obnova, obnovuje se uměle násečným postupem často s výhodou pro stinné dřeviny. (Poleno a kol., 2009)

6S1 – Horní i dolní části svahů, hřebeny a úžlabiny, ve vrchovinách a horských polohách na různém podloží. Čerstvě vlhká, hluboká a propustná půda.

Plocha číslo 3 a 4 se nachází v porostu 240 A16. Vytyčení těchto dvou dalších ploch bylo provedeno stejnou metodou jako u ploch 1 a 2.



Obrázek 3: porostní mapa s vyznačenými zkusnými plochami č. 3 a 4

3.3 Testované hypotézy

3.3.1 Rozdíly produkčních charakteristik mezi dřevinami na celém zkoumaném území

V práci se předpokládá, že existují statisticky významné rozdíly v produkčních charakteristikách mezi zastoupenými druhy dřevin (smrk, buk, modřín, jedle a borovice), a to z hlediska 3 základních produkčních charakteristik.

Pro ověření tohoto předpokladu byla stanovena následující obecná hypotéza:

H0 : Mezi zkoumanými dřevinami není z hlediska vybrané produkční charakteristiky (výška, objem, výčetní tloušťka) významný rozdíl.

H1: Mezi zkoumanými dřevinami existuje statisticky významný rozdíl z hlediska vybrané produkční charakteristiky (výška, objem, výčetní tloušťka).

Pro ověření této hypotézy byl použit mediánový test. Jedná se o neparametrický test, který ověřuje hypotézu shodnosti mediánu pro dva či více nezávislé výběry. Výhodou je, že není nutný předpoklad podobnosti rozptylů napříč výběrovými soubory. (normalita dat totiž nebyla potvrzena). Tento test je také vhodný za situace, kdy se v souboru vyskytuje mnoho odlehlých hodnot (Siegel, Castellan, 1988). Test je principiálně založen na rozdílu množství hodnot pod a nad společným mediánem všech skupin.

Pro posouzení, které dvojice výběrů (dřevin) se od sebe významně liší, byla dále využita metoda vícenásobného porovnávání p-hodnot, využívající Kruskal-Wallisův H test.

3.3.2 Expozice

Dále se v práci předpokládá, že existují statisticky významné rozdíly v produkčních charakteristikách jednotlivých dřevin mezi pěstební plochou se severní a jižní expozicí. Pro jednotlivé dřeviny (smrk, buk, modřín, jedle a borovice) byla na základě 3 základních produkčních charakteristik stanovena následující obecná hypotéza:

H0: Zkoumaná dřevina není z hlediska vybrané produkční charakteristiky (výška, objem, výčetní tloušťka) významně rozdílná na ploše se severní a jižní expozicí.

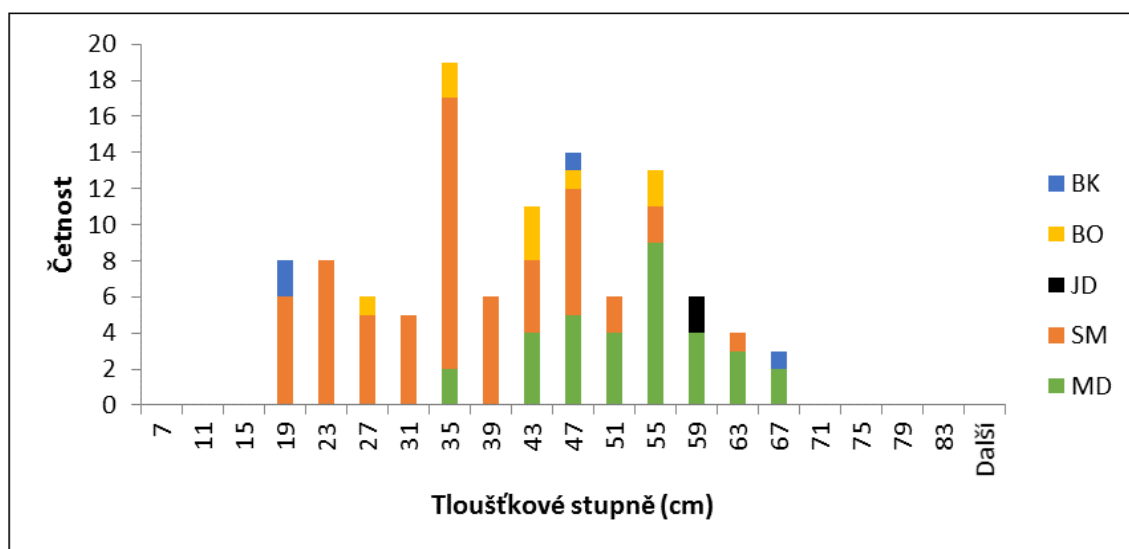
H1: Zkoumaná dřevina je z hlediska vybrané produkční charakteristiky (výška, objemu, výčetní tloušťka) významně rozdílná na ploše se severní a jižní expozicí.

Pro ověření této hypotézy byl použit Mann-Whitneyův U test, vzhledem k tomu, že nelze usuzovat na normální rozdělení hodnot těchto znaků. Výhodou je také to, že není podmínkou, stejná velikost souboru pro obě stanoviště. Test porovnává mediány ve dvou nezávislých souborech.

4 Výsledky a diskuze

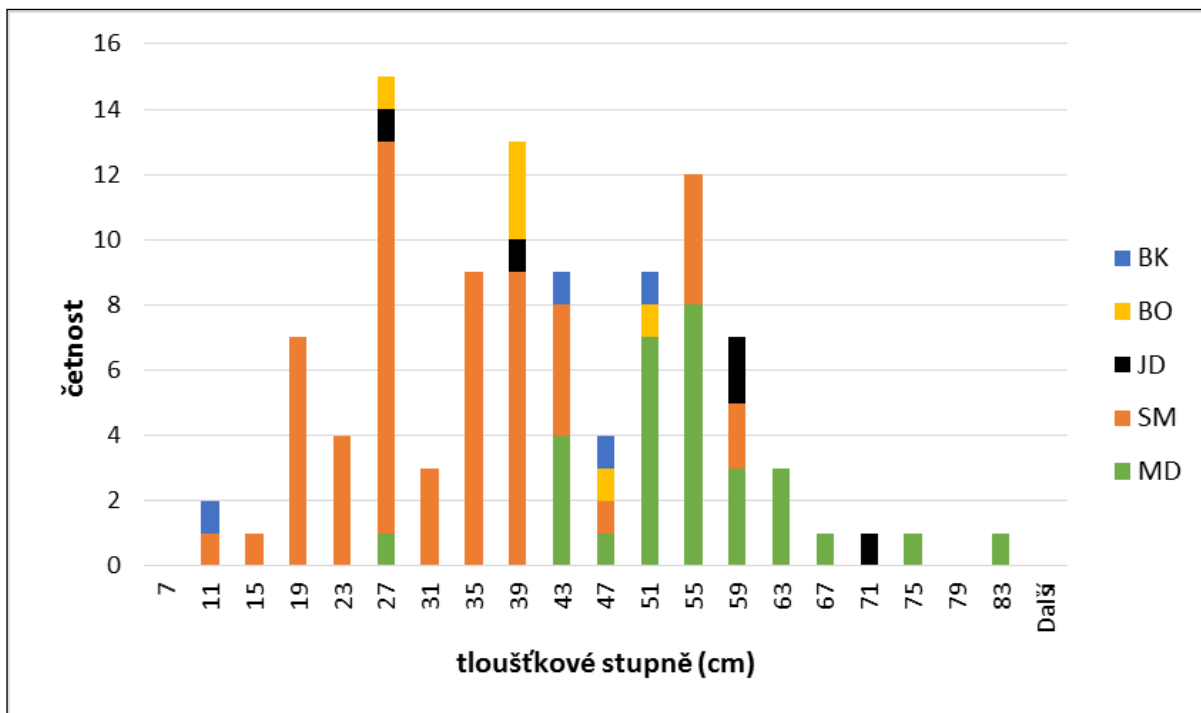
4.1 Plošná tloušťková struktura porostů

Na ploše č. 1 bylo změřeno celkem 109 stromů, z toho 33 jedinců modřínu, 61 jedinců smrku, 9 jedinců borovice, 2 jedle a 4 buky. Vypočítané zastoupení jednotlivých dřevin na ploše: modřín (40 %), smrk (38 %), buk (12 %), borovice (8 %) a jedle (2 %). Byl vytvořen histogram četností, který je barevně odlišen jednotlivými dřevinami. Z grafu je patrné, že na ploše č. 1 je početně převládající dřevinou smrk, který má vrchol četnosti stromů ve 35. tloušťkovém stupni. V grafu můžeme vidět četnosti modřínu, které jsou převážně ve větších tloušťkových stupních, z čeho vyplývá fakt, že smrk se vyskytuje ve velké části v podúrovni.



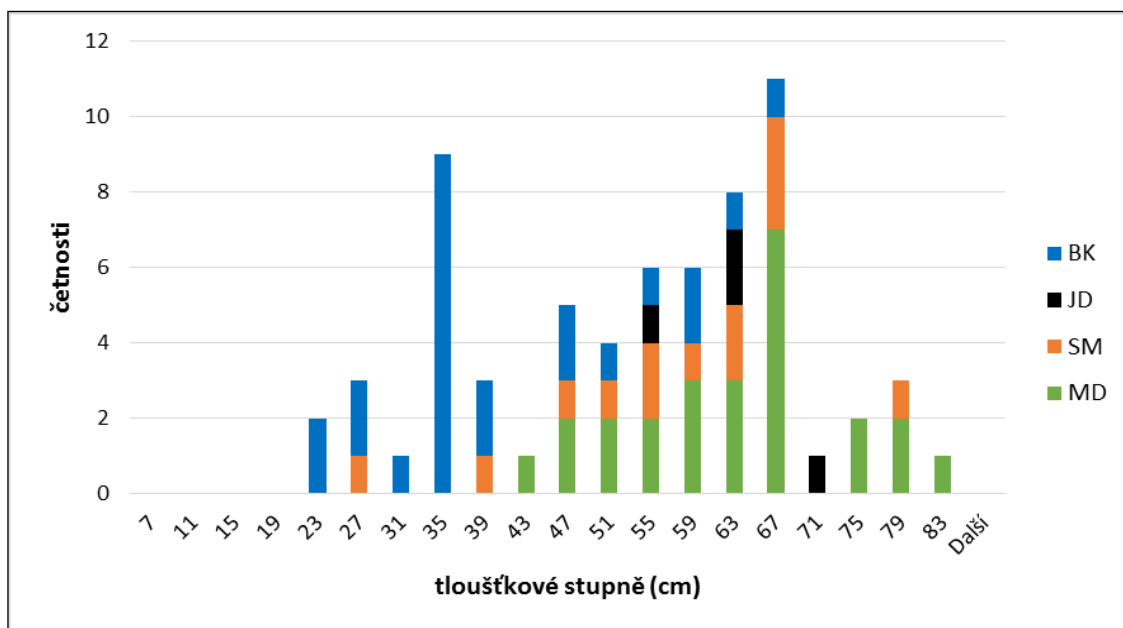
Obrázek 4: histogram tloušťkových stupňů na ploše č. 1

Na ploše č. 2 bylo změřeno celkem 102 stromů, z toho 30 jedinců modřínu, 57 jedinců smrku, 6 jedinců borovice, 5 jedlí a 4 buky. Vypočítané zastoupení jednotlivých dřevin na ploše: modřín (42 %), smrk (38 %), buk (6 %), borovice (6 %) a jedle (8 %). Stejně jako u plochy č. 1 zde zaujímá největší podíl smrk, který má maximální četnost stromů v tloušťkovém stupni 27 a jeho výskyt je především v podúrovni. V úrovni dominuje modřín, který má vrchol četnosti v 55. tloušťkovém stupni.



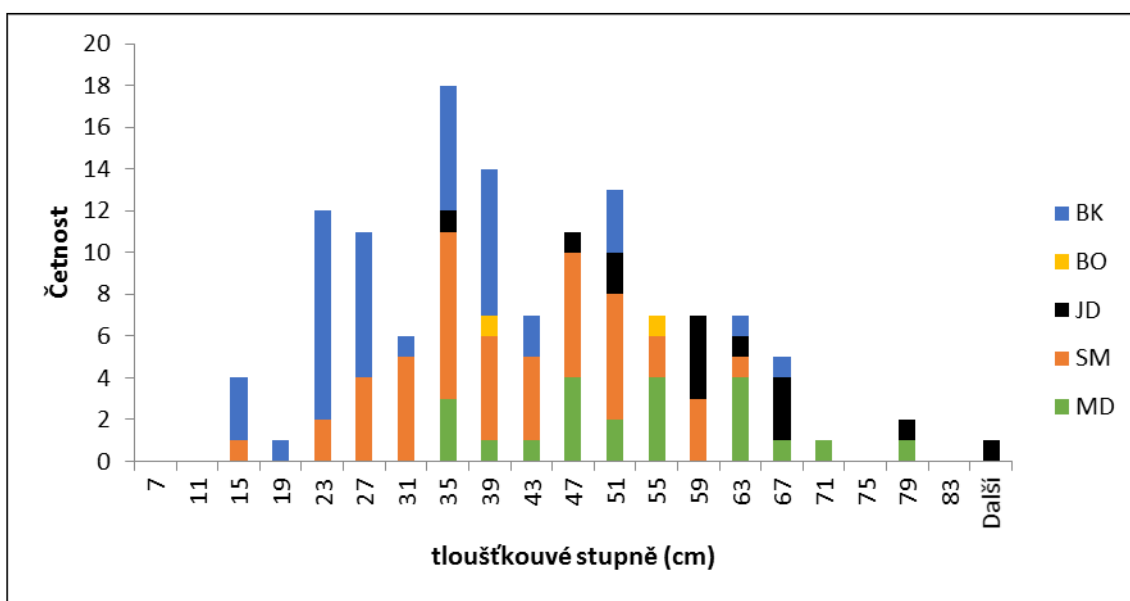
Obrázek 5: histogram tloušťkových stupňů na ploše č. 2

Na ploše č. 3 bylo změřeno celkem 66 stromů, z toho 22 jedinců modřínu, 47 jedinců smrku, 43 jedinců buku, 14 jedinců jedle a 2 borovice. Vypočítané zastoupení jednotlivých dřevin na ploše: modřín (50 %), smrk (17 %), buk (27 %) a jedle (6 %). V grafu můžeme vidět, že největší zastoupení zaujímá buk s vrcholem četnosti stromů ve 35. tloušťkovém stupni. Zastoupení buku končí z tloušťkovém stupni 67, kde má největší zastoupení modřín a vytváří tak úroveň porostu, buk se vyskytuje pouze v úrovni. Při porovnání ploch na stejném stanovišti, plocha č. 3 v této bakalářské práci a plocha č. 4 v diplomové práci Ing. Kučery (2008), se dostaneme výsledku, že se zastoupení modřínu v porostu 240A16 výrazně zvyšuje. V roce 2008 bylo zastoupení modřínu 11 % a po změření v roce 2019 je zastoupení 50 %. Z hlediska výčetní tloušťky při srovnání histogramů obou ploch se nám potvrdí předpoklad, že modřín v přírodních podmínkách CHS 55 (bohatší podloží hlubších půd na bohatém a svěžím stanovišti) vytváří nejhodnotnější dřevinu porostu z produkčního hlediska.



Obrázek 6: histogram tloušťkových stupňů na ploše č. 3

Na ploše č. 4 bylo změřeno celkem 127 stromů, z toho 22 jedinců modřínu, 47 jedinců smrku, 42 jedinců buku, 14 jedlí a 2 borovice. Vypočítané zastoupení jednotlivých dřevin na ploše: modřín (21 %), smrk (39 %), buk (23 %), jedle (16 %) a borovice (1%). V grafu můžeme vidět, že největší zastoupení na ploše č. 4 zaujímá smrk s vrcholem četnosti stromů ve 35 tloušťkovém stupni. Podle grafu je vidět, že plocha č. 4 je velice vyrovnaná, úroveň tady tvoří jedle, která má největší zastoupení v tloušťkových stupních 59. a 67. a tvoří tak úrovňové stromy.



Obrázek 7: histogram tloušťkových stupňů na ploše č. 4

4.2 Statistické vyhodnocení dendrometrických dat zkoumaných porostů

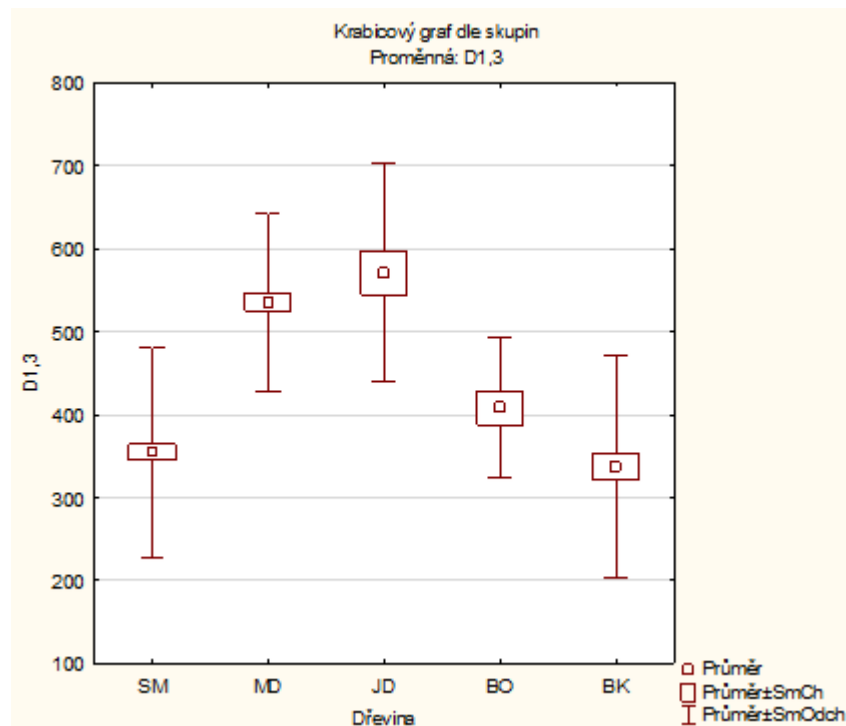
4.2.1 Vyhodnocení rozdílů v dosažených výčetních tloušťkách mezi jednotlivými dřevinami u všech ploch dohromady

Tato kapitola ověřuje obecnou hypotézu stanovenou v kapitole 3.3.1 pro charakteristiku výčetní tloušťka.

Tabulka 1: Mediánový test, výčetní tloušťka (D_{1,3})

Mediánový test, celk. medián = 417,000; D _{1,3} (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : Dřevina Chi-Kvadr. = 124,1285 sv = 4 p = 0,000						
Závislá: D _{1,3}	SM	MD	JD	BO	BK	Celkem
<= Medián: pozorov.	123,0000	13,0000	3,00000	8,00000	56,0000	203,000 0
očekáv.	89,4406	55,2723	12,56188	8,54208	37,1832	
poz.-oč.	33,5594	-42,2723	-9,56188	-0,54208	18,8168	
> Medián: pozorov.	55,0000	97,0000	22,00000	9,00000	18,0000	201,000 0
očekáv.	88,5594	54,7277	12,43812	8,45792	36,8168	
poz.-oč.	-33,5594	42,2723	9,56188	0,54208	-18,8168	
Celkem: oček.	178,0000	110,0000	25,00000	17,00000	74,0000	404,000 0

Dle hodnoty kritéria χ^2 resp. hodnoty příslušné p hodnoty (0,000) lze na hladině významnosti 0.05 zamítnout nulovou hypotézu. Testované soubory (resp. jednotlivé druhy dřevin) tak nepatří do jednoho souboru se stejným rozdělením pravděpodobnosti a lze konstatovat, že rozdíly mezi mediány výpočetní tloušťky kmene jdou statisticky významné.



Obrázek 8: střední tloušťky jednotlivých porovnávaných dřevin

Tyto rozdíly jsou obzvláště patrné, zobrazíme-li si průměrné hodnoty pro jednotlivé stromy, kdy např. průměrná výčetní tloušťka smrku a jedle se liší o více než 20 cm.

Pro posouzení dvojic dřevin, které se od sebe významně liší, byla dále využita metoda mnohonásobného porovnávání.

Nejlepší růstovou dynamiku ve středních horských nadmořských výškách vykazoval modřín. To potvrzuje i výzkum Bartoše a kolektivu (2009). V horských polohách, kde probíhal náš výzkum, modřín sice nevykazoval mezi ostatními dřevinami největší střední tloušťku, ale výrazně konkuroval jedli, která v zájmovém území dosahovala největší střední výčetní tloušťky (ca 58 cm), ovšem při relativně malém zastoupení této dřeviny.

Tabulka 2: Kruskal-Wallisův test, na výčetní tloušťka $D_{1,3}$

Závislá: Prom3	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Prom3 (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : Prom2 Kruskal-Wallisův test: $H(4, N=404) = 145,7873$ $p = 0,000$				
	SM (R:154,57)	MD (R:296,04)	JD (R:317,46)	BO (R:200,68)	BK (R:140,33)
SM		0,000000	0,000000	1,000000	1,000000
MD	0,000000		1,000000	0,017262	0,000000
JD	0,000000	1,000000		0,014654	0,000000
BO	1,000000	0,017262	0,014654		0,546711
BK	1,000000	0,000000	0,000000	0,546711	

Je-li ve výše uvedené tabulce p hodnota nižší než stanovená hodnota významnosti 0,05, lze tedy říci, že se výběrové mediány liší. Pro studovanou oblast jsou pak významně statisticky odlišné mediány tloušťky kmene pro dvojice smrk - modřín, smrk - jedle, modřín - buk, modřín - borovice, jedle - borovice, jedle - buk. Z hlediska charakteristiky tloušťka kmene, resp. jeho mediánu, tak lze vyčlenit 2 skupiny, které nejsou významně statisticky odlišné – jedle + modřín, smrk + borovice + buk.

4.2.2 Vyhodnocení rozdílů výšky všech dřevin u všech ploch dohromady

Tato kapitola ověřuje obecnou hypotézu stanovenou v kapitole 3.3.1 pro charakteristiku výška.

Tabulka 3: Mediánový test, výška kmene dřevin (m)

Závislá: Výška	Mediánový test, celk. medián = 30,1240; Výška (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : Dřevina Chi-Kvadr. = 215,3201 $sv = 4$ $p = 0,000$					
	SM	MD	JD	BO	BK	Celkem
\leq Medián: pozorov.	126,0000	0,0000	3,00000	4,00000	69,0000	202,0000
očekáv.	89,0000	55,0000	12,50000	8,50000	37,0000	
poz.-oč.	37,0000	-55,0000	-9,50000	-4,50000	32,0000	
$>$ Medián: pozorov.	52,0000	110,0000	22,00000	13,00000	5,0000	202,0000
očekáv.	89,0000	55,0000	12,50000	8,50000	37,0000	
poz.-oč.	-37,0000	55,0000	9,50000	4,50000	-32,0000	
Celkem: oček.	178,0000	110,0000	25,00000	17,00000	74,0000	404,0000

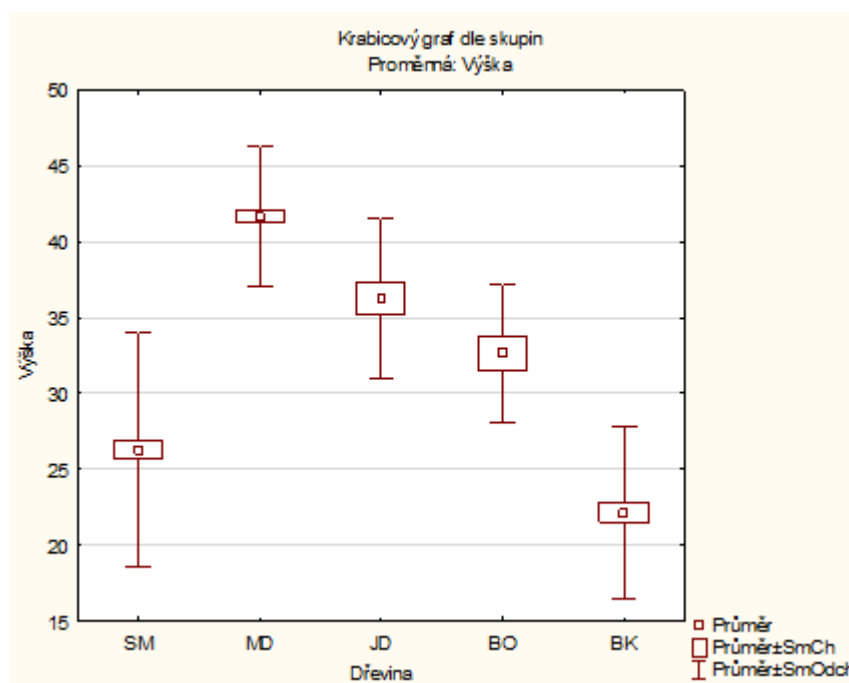
Dle hodnoty kritéria χ^2 resp. hodnoty příslušné p hodnoty (0,000) lze na hladině významnosti 0.05 zamítnout nulovou hypotézu. Lze tedy konstatovat, že vybrané dřeviny jsou při srovnání výšek významně statisticky odlišné.

Tabulka 4: Kruskal-Wallisův test, výška kmene jednotlivých dřevin.

Závislá: Výška	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Výška (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : Dřevina Kruskal-Wallisův test: H (4, N= 404) =245,7111 p =0,000				
	SM (R:151,28)	MD (R:335,45)	JD (R:273,00)	BO (R:228,35)	BK (R:98,324)
SM		0,000000	0,000011	0,093151	0,010437
MD	0,000000		0,157788	0,004323	0,000000
JD	0,000011	0,157788		1,000000	0,000000
BO	0,093151	0,004323	1,000000		0,000347
BK	0,010437	0,000000	0,000000	0,000347	

Podle dat uvedených v tabulce č. 6 je evidentní, že neexistuje významný rozdíl mezi mediány výšky u dvojic: smrk – borovice, modřín – jedle, jedle – borovice, jedle – buk.

Na základě provedených statistických testů lze tedy tvrdit, že jednotlivé druhy dřevin jsou významně odlišné na základě všech naměřených produkčních charakteristik.



Obrázek 9: střední výšky dřevin všech ploch dohromady

Z hlediska výškové vyspělosti dosáhl nejlepších výsledků modřín, se střední výškou ca 42 m, což potvrzuje ideální podmínky, které na tomto stanovišti má. Na druhém místě je jedle s ca 36,5 m následovaná borovicí (33 m). Mnohem nižší hodnoty dosažených výšek u smrku a buku nelze považovat pouze za jednoznačný důkaz nižší schopnosti produkce na daném stanovišti, ale spíše jde o výsledek rozdílného cenotického postavení obou dřevin v tomto porostu. V dané směsi ustupují obě dřeviny spíše do podúrovně. To je překvapivé především u smrku, který by zde měl teoreticky dosahovat maximální produkce.

4.2.3 Vyhodnocení rozdílů objemů kmene všech dřevin bez kůry u všech ploch dohromady

Tato kapitola ověřuje obecnou hypotézu stanovenou v kapitole 3.3.1 pro charakteristiku objem bez kůry.

Tabulka 5: Mediánový test, objem kmene jednotlivých dřevin b.k.

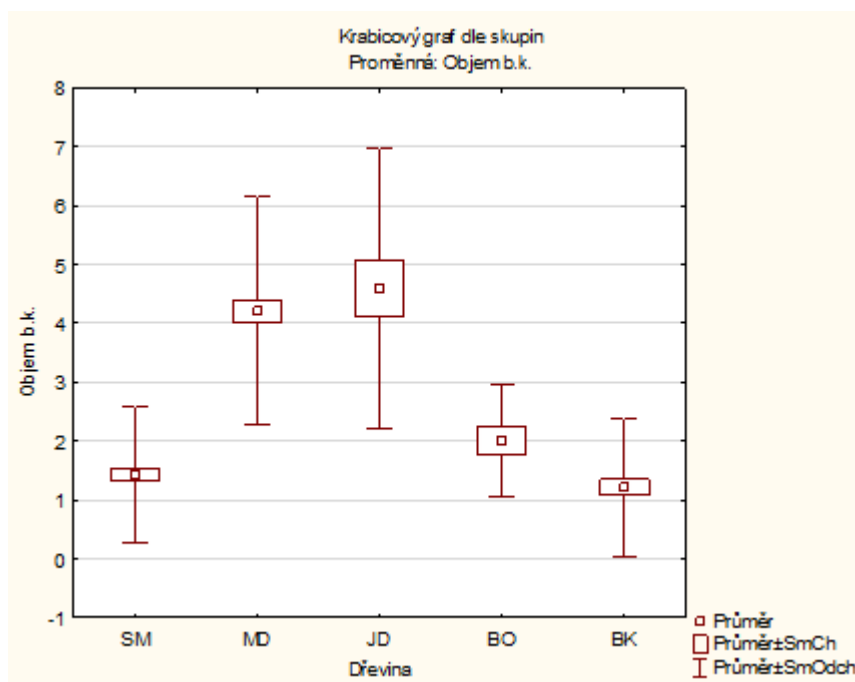
Závislá: Objem b.k.	Mediánový test, celk. medián = 1,77918; Objem b.k. (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : Dřevina Chi-Kvadr. = 158,0952 sv = 4 p = 0,000					
	SM	MD	JD	BO	BK	Celkem
<= Medián: pozorov.	127,0000	6,0000	3,00000	8,00000	58,0000	202,0000
očekáv.	89,0000	55,0000	12,50000	8,50000	37,0000	
poz.-oč.	38,0000	-49,0000	-9,50000	-0,50000	21,0000	
> Medián: pozorov.	51,0000	104,0000	22,00000	9,00000	16,0000	202,0000
očekáv.	89,0000	55,0000	12,50000	8,50000	37,0000	
poz.-oč.	-38,0000	49,0000	9,50000	0,50000	-21,0000	
Celkem: oček.	178,0000	110,0000	25,00000	17,00000	74,0000	404,0000

Dle hodnoty kritéria χ^2 resp. hodnoty příslušné p hodnoty (0,000) lze na hladině významnosti 0.05 zamítnout nulovou hypotézu. Lze tedy konstatovat, že vybrané dřeviny jsou při srovnání objemu významně statisticky odlišné.

Tabulka 6: Kruskal-Wallisův test, objem kmene dřevin bez kůry (m³)

Závislá: Objem b.k.	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Objem b.k. (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : Dřevina Kruskal-Wallisův test: $H(4, N=404) = 188,7254$ $p = 0,000$				
	SM (R:149,48)	MD (R:311,85)	JD (R:319,00)	BO (R:206,00)	BK (R:127,32)
SM		0,000000	0,000000	0,565679	1,000000
MD	0,000000		1,000000	0,005047	0,000000
JD	0,000000	1,000000		0,020814	0,000000
BO	0,565679	0,005047	0,020814		0,122402
BK	1,000000	0,000000	0,000000	0,122402	

Podle tabulky č. 4 je evidentní, že mediány objemu se liší hlavně u dvojic smrk – modřín, smrk – jedle, modřín – borovice, modřín – buk, jedle – borovice, jedle – buk. Statistické odlišnosti nejsou významné u skupin smrk – borovice – buk a u modřínu a jedle. Toto je patrné i v následujícím krabicovém grafu:



Obrázek 10: objem jednotlivých porovnávaných dřevin

Z pohledu objemu kmenů jsou tedy výsledky podobné jako o výčetní tloušťky, dominuje jedle s objemem středního kmene ca 4,6 m³, následuje modřín (ca 4,2 m³) a s velkým odstupem ostatní dřeviny.

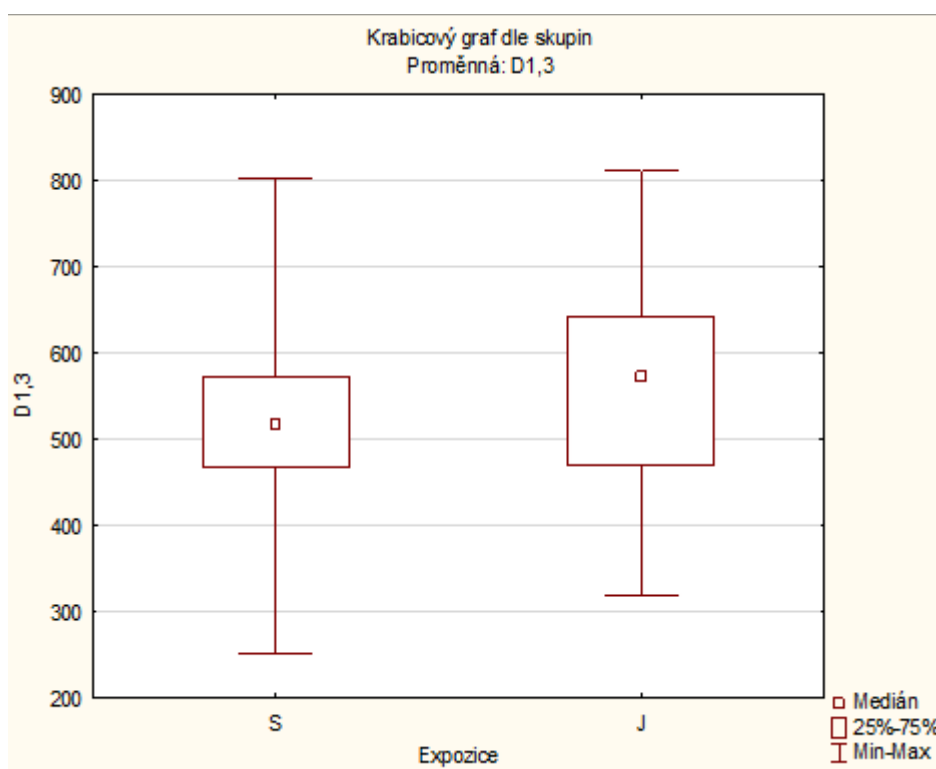
4.2.4 Vyhodnocení produkčních charakteristik každé dřeviny podle jednotlivých expozic

4.2.4.1 Modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.)

Podle dvou vybraných expozic (severní a jižní) byly jako první porovnávány produkční charakteristiky modřínu opadavého. Z výsledků prezentovaných v tabulkách 7-9 a na obrázcích 11-13 je jasně patrný poměrně velký vliv expozice na růst této dřeviny. Největší rozdíl je patrný u výšky, kde rozdíl ve střední výšce je 7 m a také u objemu stromů, kde rozdíl dosáhl 1,4 m³. U výčetní tloušťky není rozdíl tak zásadní (S – 520 mm, J – 580 mm).

Tabulka 7: Mann-Whitneyův U Test, výčetní tloušťka

Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka1) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$									
	Sčt poř. (S)	Sčt poř. (J)	U	Z	p-hodn.	Z (upravené)	p-hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)	2*1str. (přesné p)
D1,3	3120,50	2984,50	1104,50	-2,27	0,02	-2,27	0,02	63,00	47,00	0,02

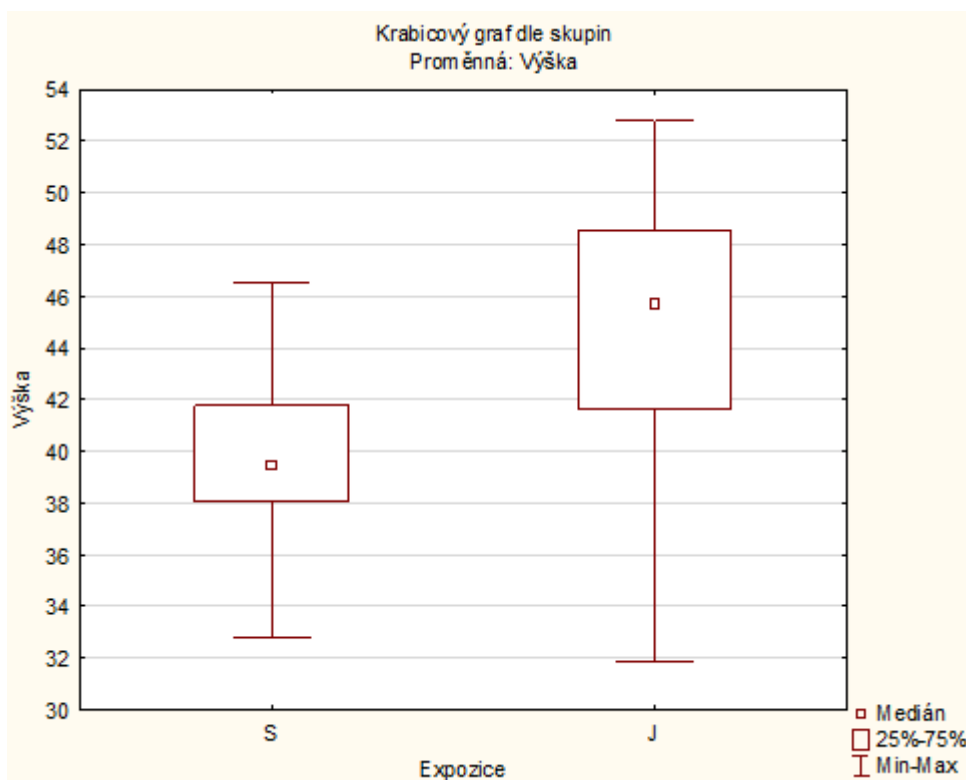


Obrázek 11: výčetní tloušťka modřínu podle expozic

Střední výčetní tloušťky podle expozic: S – 520 mm, J – 580 mm

Tabulka 8: Mann-Whitneyův U Test, výška

Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka1) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$									
	Sčt poř. (S)	Sčt poř. (J)	U	Z	p-hodn.	Z (upravené)	p-hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)	2*1str. (přesné p)
Výška	2587,00	3518,00	571,00	-5,49	0,00	-5,49	0,00	63,00	47,00	0,00

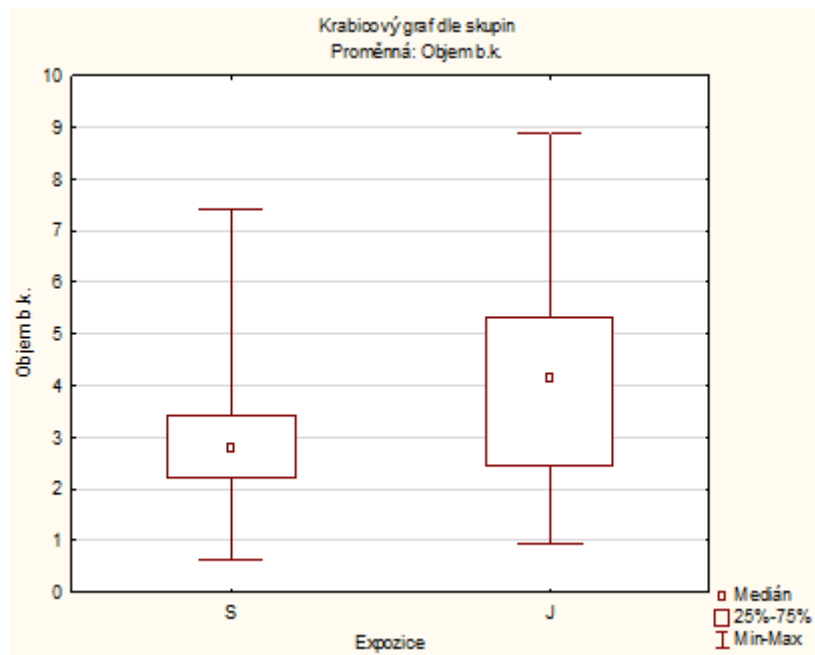


Obrázek 12: střední výšky modřinu podle expozic

Střední výšky podle expozic: severní – 39 m, jižní – 46 m.

Tabulka 9: Mann-Whitneyův U Test, objem bez kůry

Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka1) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$									
	Sčt poř. (S)	Sčt poř. (J)	U	Z	p-hodn.	Z (upravené)	p-hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)	2*1str. (přesné p)
Objem b.k.	2955,00	3150,00	939,00	-3,27	0,00	-3,27	0,00	63,00	47,00	0,00



Obrázek 13: objem b.k. (m³) modřínu podle expozic

Střední objem podle expozic: S – 2,8 m³, J – 4,2 m³

Na základě p hodnot u jednotlivých Mann-Whitneyových testů lze přitom potvrdit, že zjištěné rozdíly zkoumaných dendrometrických veličin modřínu mezi stanovišti se severní a jižní expozicí jsou významné. Na jižní expozici tak modřín dosahuje průkazně větších dimenzí než na stanovišti se severní expozicí.

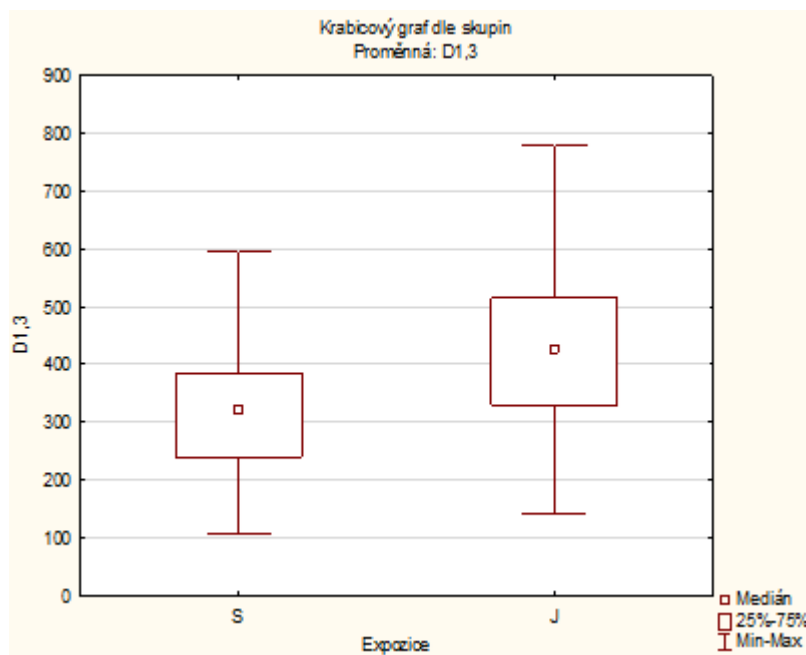
4.2.4.2 Smrk ztepilý (*Picea abies* (L) H. Karst.)

Z výsledků prezentovaných v tabulkách 10-12 a na obrázcích 14-16 je zřejmé, že vliv expozice na růst smrku je výrazně menší než u modřínu. Není také tak jednoznačný, protože zatímco o výčetní tloušťky a objemu byly dosaženy vyšší hodnoty na jižní expozici (42 cm vs 31 cm a 1,8 m³ vs 1,2 m³), u výšky tomu bylo naopak (26 m vs 29 m). To může samozřejmě souviset i s rozdílným zastoupením této dřeviny na obou expozicích, resp. s různým konkurenčním tlakem od ostatních dřevin.

Na základě provedených statistických testů lze tvrdit, že zjištěné rozdíly jsou významné.

Tabulka 10: Mann-Whitneyův U Test, výčetní tloušťka

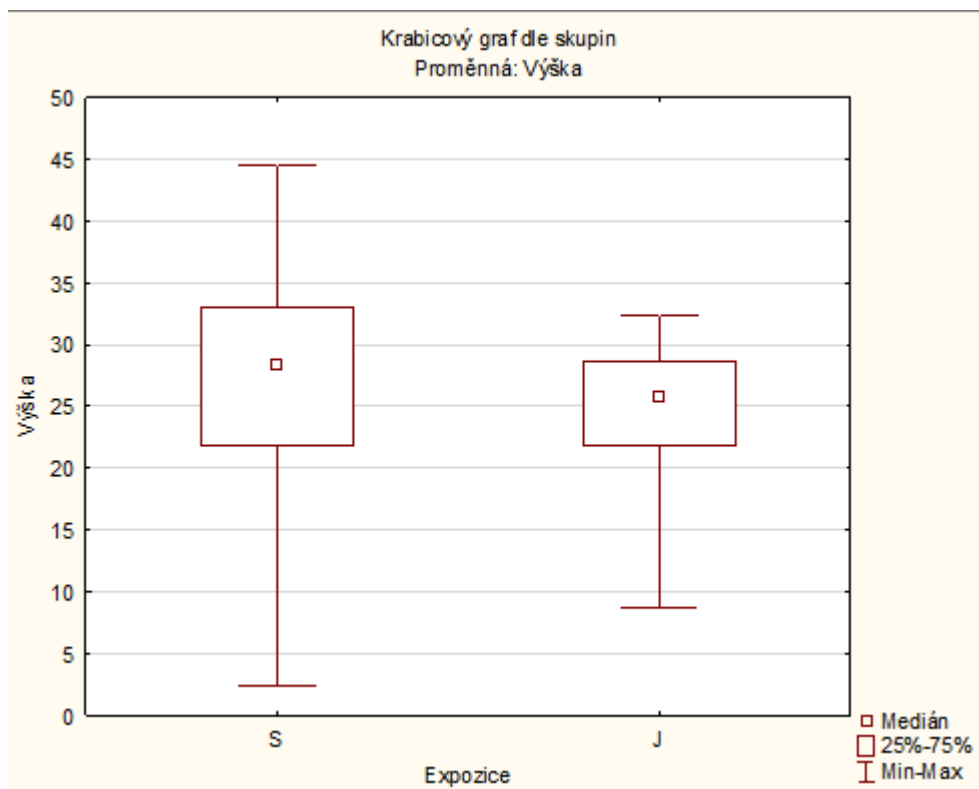
Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka35) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$								
	Sčt poř. (S)	Sčt poř. (J)	U	Z	p-hodn.	Z (upravené)	p-hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)
D1,3	8998,50	6932,50	1977,50	-4,81	0,00	-4,81	0,00	118,00	60,00



Obrázek 14: výčetní tloušťka smrku podle expozi

Tabulka 11: Mann-Whitneyův U Test, výška

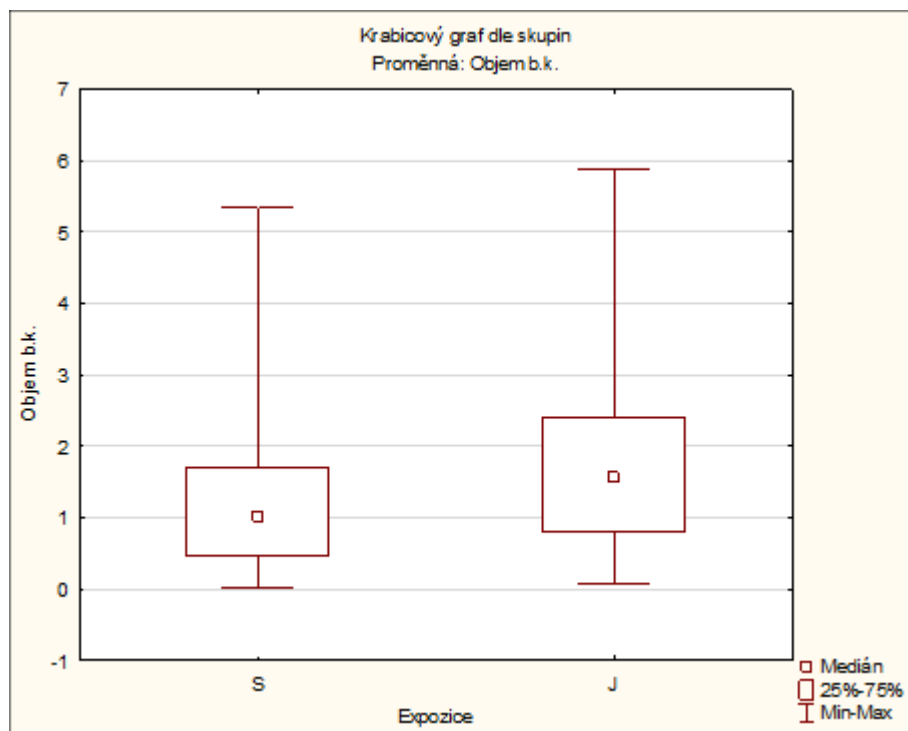
Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka35) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$								
	Sčt poř. (S)	Sčt poř. (J)	U	Z	p-hodn.	Z (upravené)	p-hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)
Výška	11359,00	4572,00	2742,00	2,45	0,01	2,45	0,01	118,00	60,00



Obrázek 15: střední výšky smrku podle expozic

Tabulka 12: Mann-Whitneyův U Test, objem bez kůry

Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka35) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$								
	Sčt poř. (S)	Sčt poř. (J)	U	Z	p- hodn.	Z (upravené)	p- hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)
Objem b.k.	9692,00	6239,00	2671,00	-2,67	0,01	-2,67	0,01	118,00	60,00



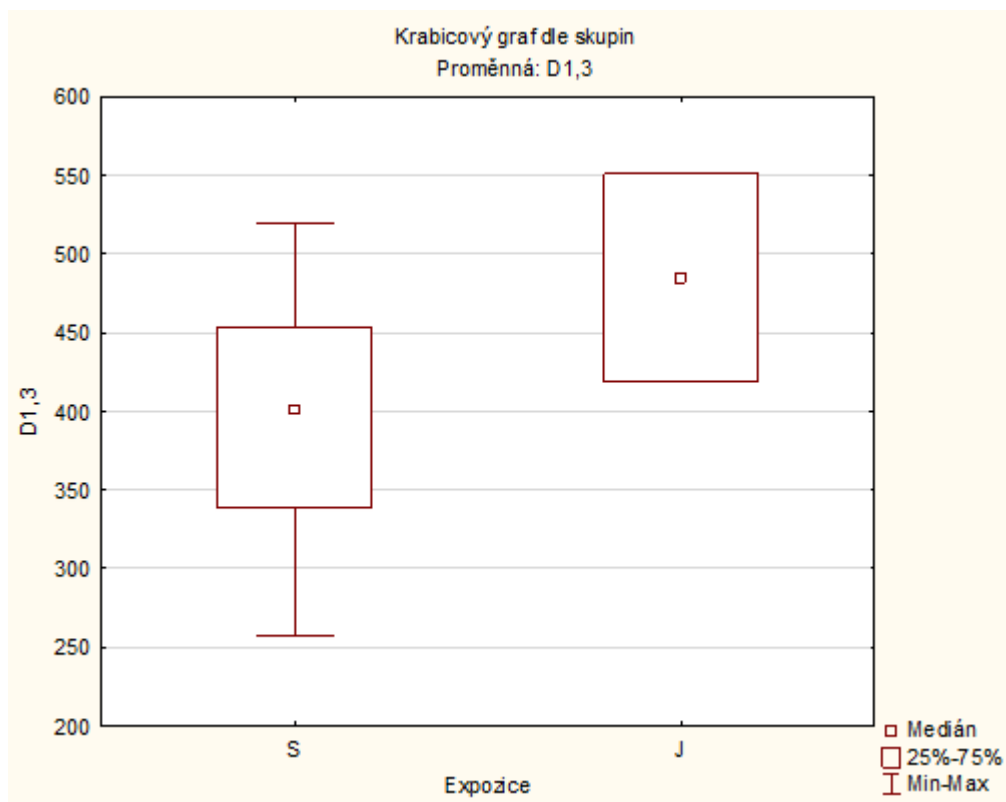
Obrázek 16: objem b.k. (m³) smrku podle expozic

4.2.4.3 Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.)

Také u borovice byly zjištěny rozdíly v růstu na obou expozicích (obrázky 17-19), výsledky však není možné relevantně statisticky vyhodnotit (tabulky 13-15), protože na jižní expozici se nacházely na výzkumných plochách pouze 4 borovice. Jejich průměrné hodnoty výčetní tloušťky (40 vs 47,5 cm), výšky (33 m vs 36,5 m) i objemu (1,6 m³ vs 2,6 m³) byly vyšší, než na severní expozici.

Tabulka 13: Mann-Whitneyův U Test, výčetní tloušťka

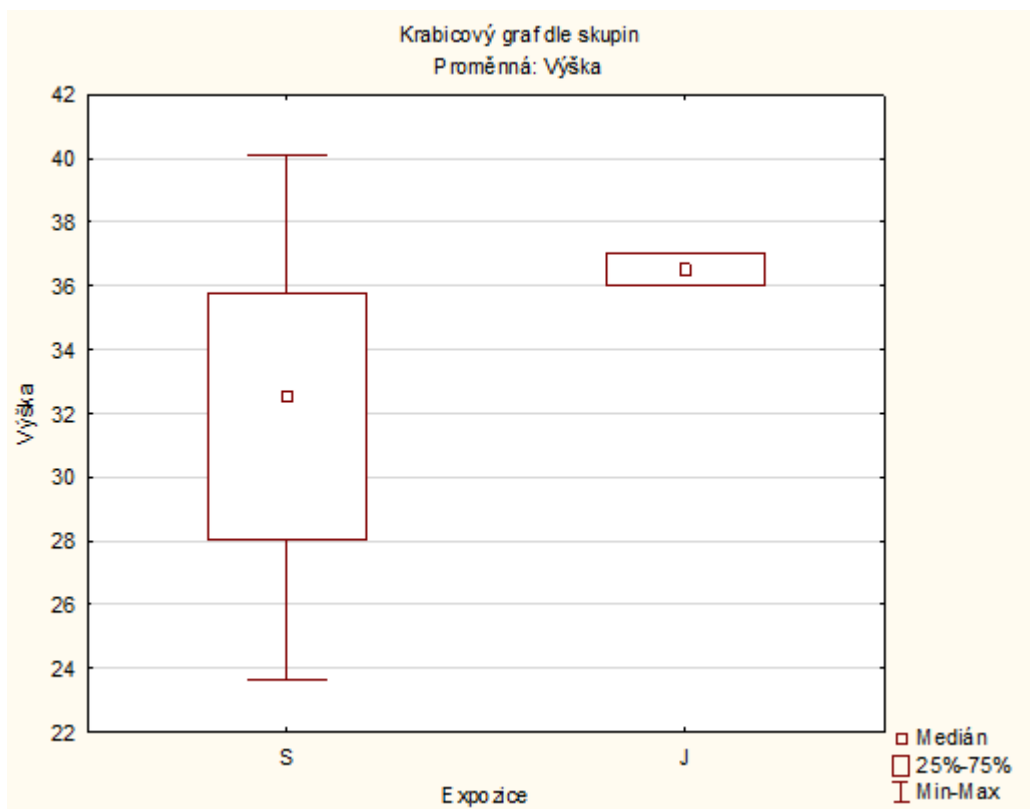
Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka5) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$									
	Sčt poř. (S)	Sčt poř. (J)	U	Z	p- hodn.	Z (upravené)	p- hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)	2*1str. (přesné p)
D1,3	126,50	26,50	6,50	-1,19	0,23	-1,19	0,23	15,00	2,00	0,24



Obrázek 17: výčetní tloušťka borovice podle expozic

Tabulka 14: Mann-Whitneyův U Test, výška

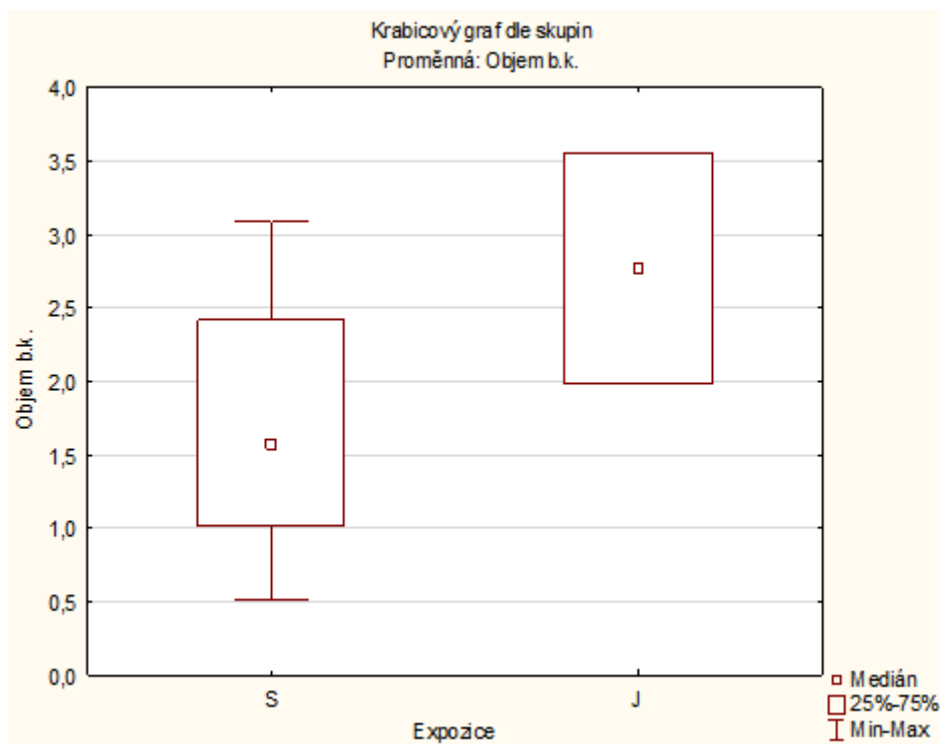
Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka5) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$									
	Sčt poř. (S)	Sčt poř. (J)	U	Z	p- hodn.	Z (upravené)	p- hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)	2*1str. (přesné p)
Výška	125,00	28,00	5,00	-1,42	0,16	-1,42	0,16	15,00	2,00	0,18



Obrázek 18: střední výška borovice podle expozic

Tabulka 15: Mann-Whitneyův U Test, objem

Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka5)										
Dle proměn. Expozice										
Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$										
Proměnná	Sčt poř. (S)	Sčt poř. (J)	U	Z	p- hodn.	Z (upravené)	p- hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)	2*1str. (přesné p)
Objem b.k.	125,00	28,00	5,00	-1,42	0,16	-1,42	0,16	15,00	2,00	0,18



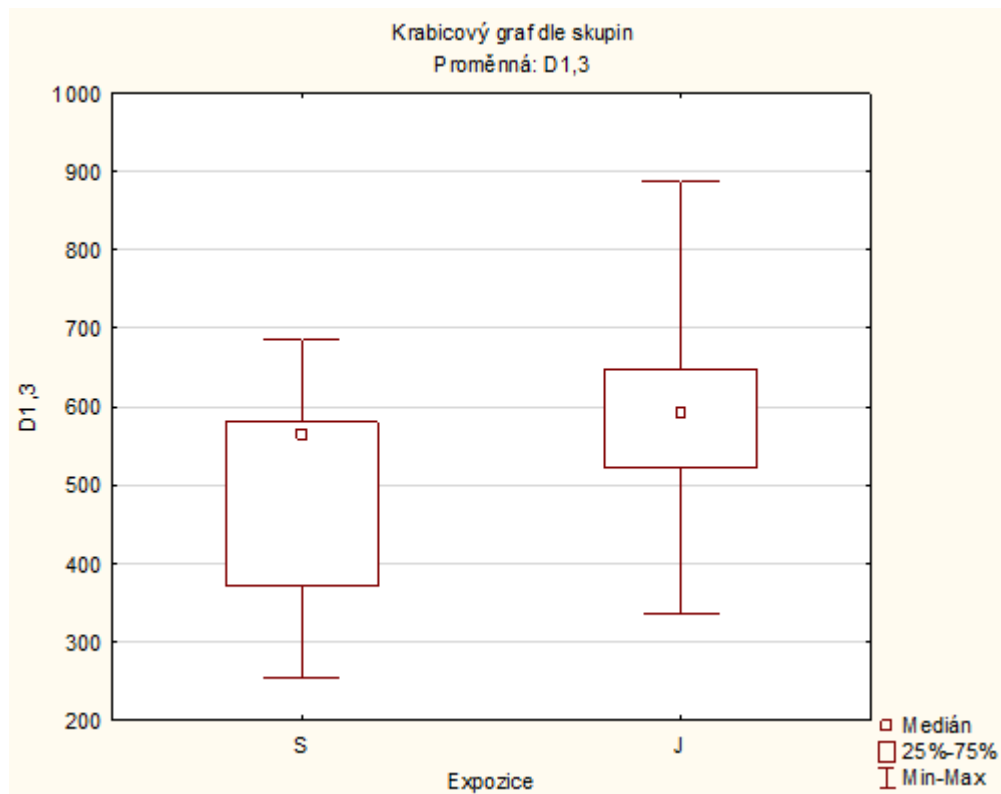
Obrázek 19: objem b.k. (m³) borovice podle expozic

4.2.4.4 Jedle bělokorá (*Abies alba Mill.*)

Rozdíly v růstu jedle na obou expozicích nebyly tak výrazné, jako u jiných dřevin. Na severní expozici vykazovala jedle vyšší hodnoty výšky (39 m vs 36 m) a objemu (4,2 m³ vs 4,1 m³), zatímco střední tloušťky byla vyšší střední hodnota dosažena na jižní expozici (58 cm vs 59,5 cm). Zjištěné rozdíly však nebyly shledány statisticky průkazné.

Tabulka 16: Mann-Whitneyův U Test, výčetní tloušťka

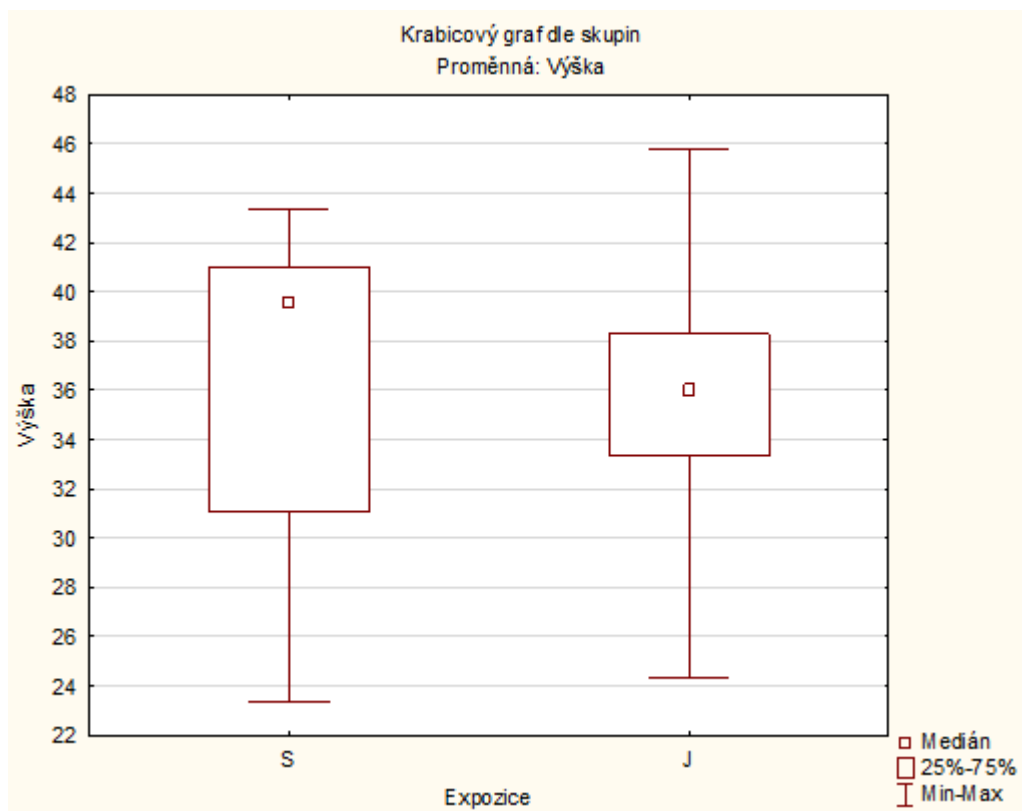
Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka1) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$									
	Sčt. poč. (S)	Sčt. poč. (J)	U	Z	p-hodn.	Z (upravené)	p-hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)	2*1str. (přesné p)
D1,3	73,00	252,00	45,00	-1,06	0,29	-1,06	0,29	7,00	18,00	0,30



Obrázek 20: výčetní tloušťka jedle podle expozic

Tabulka 17: Mann-Whitneyův U Test, výška

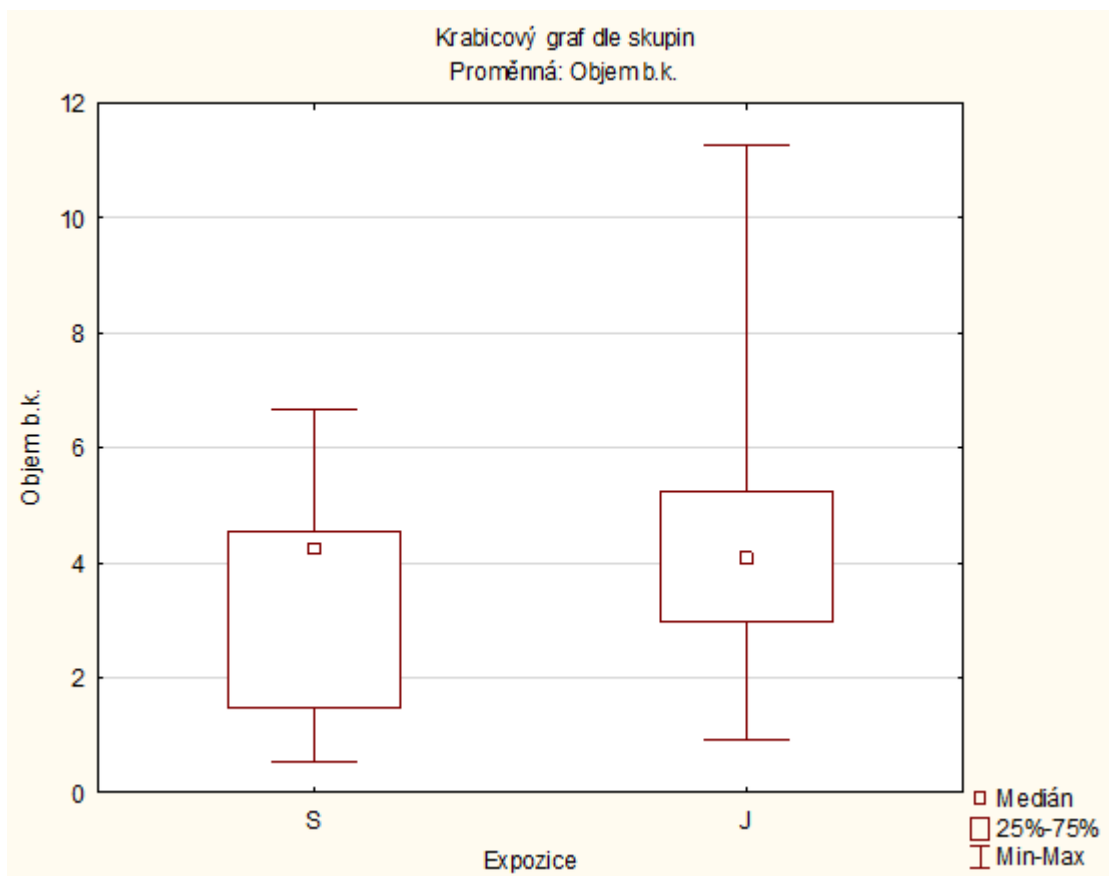
Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka1) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$									
	Sčt. poř. (S)	Sčt. poř. (J)	U	Z	p-hodn.	Z (upravené)	p-hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)	2*1str. (přesné p)
Výška	111,00	214,00	43,00	1,18	0,24	1,18	0,24	7,00	18,00	0,24



Obrázek 21: střední výška jedle podle expozi

Tabulka 18: Mann-Whitneyův U Test, objem bez kůry

Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka1) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$									
	Sčt poř. (S)	Sčt poř. (J)	U	Z	p- hodn.	Z (upravené)	p- hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)	2*1str. (přesné p)
Objem b.k.	84,00	241,00	56,00	-0,39	0,69	-0,39	0,69	7,00	18,00	0,70



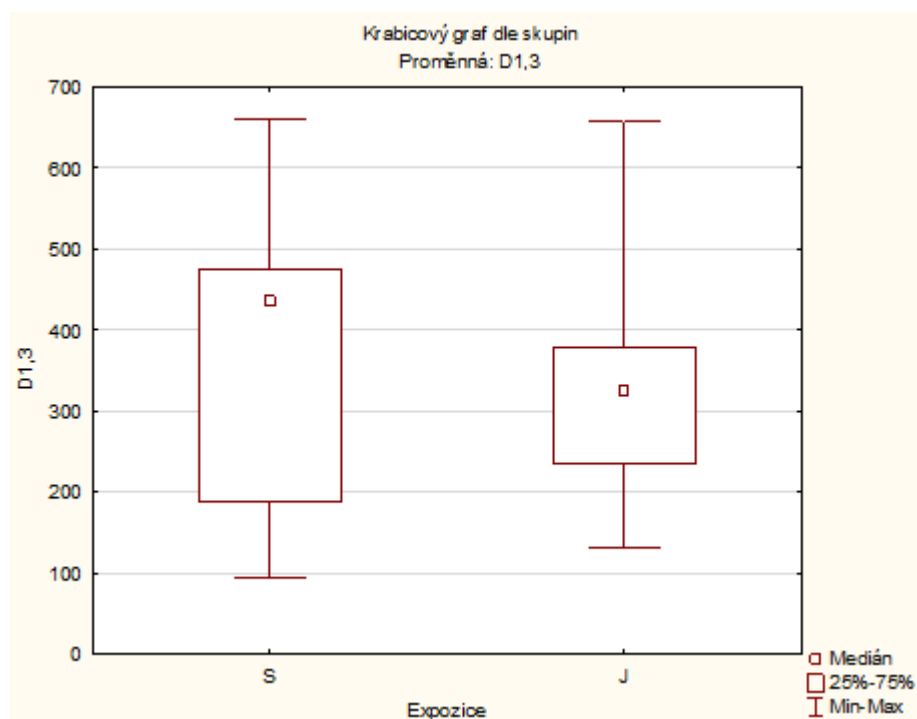
Obrázek 22: objem b. k. (m³) jedle podle expozic

4.2.4.5 Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.)

Také u buku byly zjištěny rozdíly v růstu na obou expozicích (obrázky 23-25), výsledky však nebylo možné zcela objektivně statisticky vyhodnotit (tabulky 19-21), protože na jižní expozici se nacházelo na výzkumných plochách pouze 8 buků, zatímco na jižní expozici bylo zastoupení buku významně vyšší (85 jedinců, druhý největší podíl ze všech dřevin). Nepřímo to svědčí o odlišné vitalitě a kompetici buku na obou expozicích. Větší podíl buku na jižní expozici však byl dosažen především jedinci v podúrovni. Což se odrazilo na hodnotách všech hodnocených veličin, které byly na severní expozici poměrně významně vyšší, u střední výčetní tloušťky byl rozdíl 10 cm (45 vs 35 cm), u střední výšky 6 m (28 m vs 22 m) a u objemu 0,8 m³ (1,8 m³ vs 0,9 m³). Statisticky se však tyto rozdíly nepodařilo potvrdit.

Tabulka 19: Mann-Whitneyův U Test, výčetní tloušťka

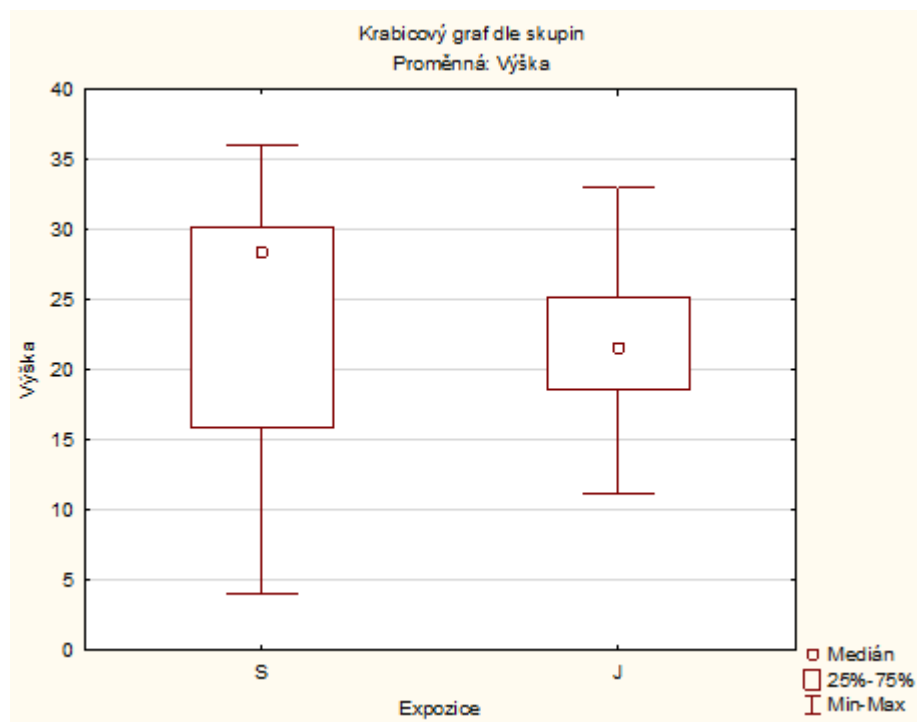
Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka9) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$									
	Sčt poř. (S)	Sčt poř. (J)	U	Z	p-hodn.	Z (upravené)	p-hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)	2*1str. (přesné p)
D1,3	328,00	2447,00	236,00	0,48	0,63	0,48	0,63	8,00	66,00	0,64



Obrázek 23: výčetní tloušťka buku podle expozic

Tabulka 20: Mann-Whitneyův U Test, výška

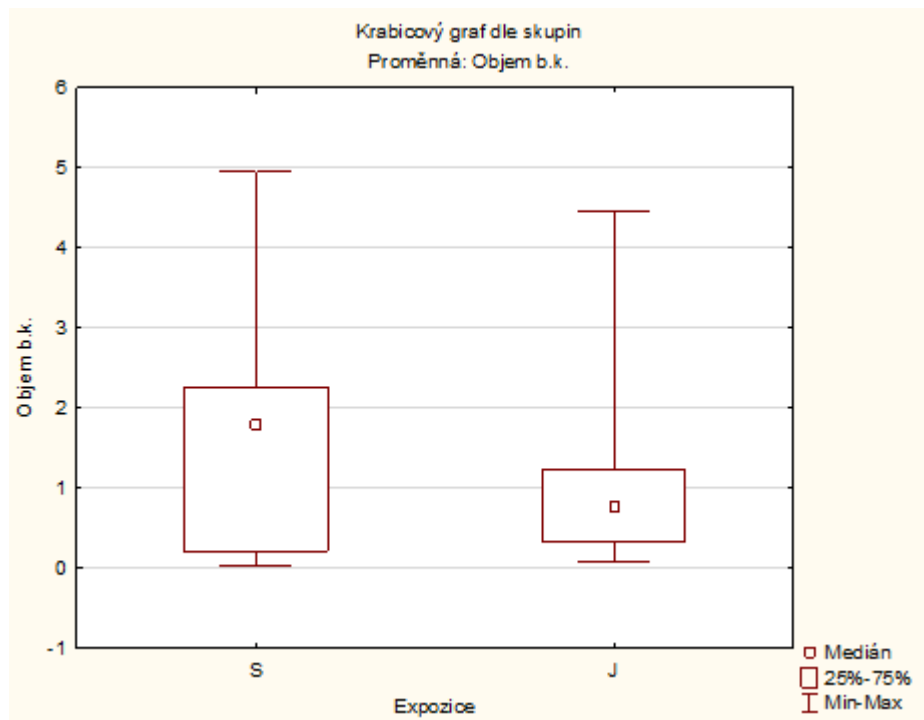
Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka9) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$									
	Sčt poř. (S)	Sčt poř. (J)	U	Z	p-hodn.	Z (upravené)	p-hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)	2*1str. (přesné p)
Výška	356,00	2419,00	208,00	0,97	0,33	0,97	0,33	8,00	66,00	0,34



Obrázek 24: střední výška buku podle expozic

Tabulka 21: Mann-Whitneyův U Test, objem bez kůry

Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (Tabulka9) Dle proměn. Expozice Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$									
	Sčt poč. (S)	Sčt poč. (J)	U	Z	p-hodn.	Z (upravené)	p-hodn.	N platn. (S)	N platn. (J)	2*1str. (přesné p)
Objem b.k.	334,00	2441,00	230,00	0,58	0,56	0,58	0,56	8,00	66,00	0,57



Obrázek 25: objem b. k. (m³) buku podle expozic

Celkově lze tedy konstatovat, že produkční potenciál zkoumaných dřevin je významně ovlivňován expozicí. Statisticky průkazný rozdíl by sice doložen jenom u smrku a modřínu, také u borovice i buku jsou však rozdíly jasně patrné. Jedinou výjimkou je jedle, kde vliv expozice nebyl významný.

5 Závěr

Bakalářská práce byla vypracována na téma Pěstování modřínu opadavého na Šumavě, s důrazem na LZ Boubín – Lesy ČR. Cíle, které jsou uvedeny v zadání práce, byly dosaženy. Byly založeny 4 výzkumné plochy s různou expozicí, které se nacházejí v oblasti Ptačího vrchu, spadající pod polesí Zátoň – lesní závod Boubín. První dvě plochy se nachází v porostu 233B16, a jsou orientovány na sever. Druhé dvě plochy byly založeny přibližně o 2 km dál v porostu 240A16 a mají jižní expozici. Na všech plochách, které byly vybrány pro výzkum, proběhlo základní dendrometrické měření výčetních tloušťek ($d_{1,3}$) a výšek (h).

V počítačovém programu excel byl vytvořen histogram četností, ze kterého vyplývá, že když shrneme všechny čtyři plochy a porovnáme zastoupení tloušťkových tříd, dostaneme se k výsledku, že nejlépe (z hlediska tloušťkové vyspělosti dřevin) na tom jsou plochy č. 1 a 3. Kritérium hodnocení je hodnota nejpočetnějšího tloušťkového stupně, kdy plochy č. 1 a 3 mají největší četnost v tloušťkovém stupni 35. Nejhuře by dopadla plocha č. 2, která má nejpočetnější zastoupení v tloušťkovém stupni 27.

Dále byla statisticky zpracována data, kdy se porovnávaly rozdíly produkčních charakteristik mezi dřevinami na celém zkoumaném území. Jako první byla porovnávána výčetní tloušťka $d_{1,3}$, kdy nejvyšší dimenzí na celém zkoumaném území dosahovala jedle a modřín. Stejně tomu tak bylo i u porovnání objemů (m^3) a výšek (h). Byla tak vyvrácena hypotéza H_0 : že mezi zkoumanými dřevinami není z hlediska vybrané produkční charakteristiky (výška, objem, výčetní tloušťka) významný rozdíl. Lze tedy konstatovat, že modřín a jedle na výzkumných plochách z produkčního hlediska dominují oproti ostatním zde zastoupeným dřevinám.

Při porovnání produkční charakteristiky jednotlivých dřevin rostoucích ve dvou různých expozicích se zjistilo, že hypotéza H_0 : Zkoumaná dřevina není z hlediska vybrané produkční charakteristiky (výška, objem, výčetní tloušťka) významně rozdílná na ploše se severní a jižní expozicí se zamítá jen pro modřín opadavý a smrk ztepilý. Můžeme tedy říct, že výběr expozice pro smrk a modřín má významný vliv na výsledné ukazatele těchto dřevin. U ostatních zkoumaných dřevin nebyly nalezené rozdíly statisticky průkazné.

6 Seznam obrázků

Obrázek 1: mapa areálu modřínu opadavého (<i>Larix decidua Mill.</i>), mapa převzata z: http://www.euforgen.org	2
Obrázek 2: porostní mapa s vyznačenými zkusnými plochami č. 1 a 2 ..	20
Obrázek 3: porostní mapa s vyznačenými zkusnými plochami č. 3 a 4 ..	21
Obrázek 4: histogram tloušťkových stupňů na ploše č. 1	24
Obrázek 5: histogram tloušťkových stupňů na ploše č. 2	25
Obrázek 6: histogram tloušťkových stupňů na ploše č. 3	26
Obrázek 7: histogram tloušťkových stupňů na ploše č. 4	26
Obrázek 8: střední tloušťky jednotlivých porovnávaných dřevin	28
Obrázek 9: střední výšky dřevin všech ploch dohromady	30
Obrázek 10: objem jednotlivých porovnávaných dřevin	32
Obrázek 11: výčetní tloušťka modřínu podle expozic	33
Obrázek 12: střední výšky modřínu podle expozic	34
Obrázek 13: objem b.k. (m ³) modřínu podle expozic	35
Obrázek 14: výčetní tloušťka smrku podle expozic	36
Obrázek 15: střední výšky smrku podle expozic	37
Obrázek 16: objem b.k. (m ³) smrku podle expozic	38
Obrázek 17: výčetní tloušťka borovice podle expozic	39
Obrázek 18: střední výška borovice podle expozic	40
Obrázek 19: objem b.k. (m ³) borovice podle expozic	41
Obrázek 20: výčetní tloušťka jedle podle expozic	42
Obrázek 21: střední výška jedle podle expozic	43
Obrázek 22: objem b. k. (m ³) jedle podle expozic	44
Obrázek 23: výčetní tloušťka buku podle expozic	45
Obrázek 24: střední výška buku podle expozic	46
Obrázek 25: objem b. k. (m ³) buku podle expozic	47
Obrázek 26: plocha č.1 – pohled na sever (foto autor)	54
Obrázek 27: plocha č. 2 – pohled na jih (foto autor)	54
Obrázek 28: plocha č. 3 – pohled na JV (foto autor)	55
Obrázek 29: Plocha č.4 – pohled na západ (foto autor)	55

7 Seznam tabulek

Tabulka 1: Mediánový test, výčetní tloušťka ($D_{1,3}$).....	27
Tabulka 2: Kruskal-Wallisův test, na výčetní tloušťka $D_{1,3}$	29
Tabulka 3: Mediánový test, výška kmene dřevin (m).....	29
Tabulka 4: Kruskal-Wallisův test, výška kmene jednotlivých dřevin.	30
Tabulka 5: Mediánový test, objem kmene jednotlivých dřevin b.k.	31
Tabulka 6: Kruskal-Wallisův test, objem kmene dřevin bez kůry (m^3)	32
Tabulka 7: Mann-Whitneyův U Test, výčetní tloušťka	33
Tabulka 8: Mann-Whitneyův U Test, výška	34
Tabulka 9: Mann-Whitneyův U Test, objem bez kůry	34
Tabulka 10: Mann-Whitneyův U Test, výčetní tloušťka.....	36
Tabulka 11: Mann-Whitneyův U Test, výška	36
Tabulka 12: Mann-Whitneyův U Test, objem bez kůry	37
Tabulka 13: Mann-Whitneyův U Test, výčetní tloušťka.....	38
Tabulka 14: Mann-Whitneyův U Test, výška	39
Tabulka 15: Mann-Whitneyův U Test, objem.....	40
Tabulka 16: Mann-Whitneyův U Test, výčetní tloušťka.....	41
Tabulka 17: Mann-Whitneyův U Test, výška	42
Tabulka 18: Mann-Whitneyův U Test, objem bez kůry	43
Tabulka 19: Mann-Whitneyův U Test, výčetní tloušťka.....	45
Tabulka 20: Mann-Whitneyův U Test, výška	45
Tabulka 21: Mann-Whitneyův U Test, objem bez kůry	46

8 Seznam použitých zdrojů

BARTOŠ, Jan, Ondřej ŠPULÁK a Vladimír ČERNOHOUS. *Ukládání sněhu ve vztahu k dřevinám vysazeným na kalamitní holině v hřebenové partii horských poloh. Zprávy z lesnického výzkumu*. 2009, 54(3), 166-173

BOURCET J. (1984) *Larch forests in the internal Alps. French Forest Journal* 36: 19-32. (In French) DOI: 10.4267/2042/21703

FÉR František, Jaromír POKORNÝ, 1993: *Lesnická dendrologie. Část 1, Jehličnany Praha* (Vysoká škola zemědělská); Publikace Matice lesnické Písek, 131 s.

FRÝDL, Josef, ŠINDELÁŘ, Jiří a NOVOTNÝ, Petr. *Význam modřínu opadavého pro lesní hospodářství ČR. Lesnická práce*, 2006, 85(12), s. 7-9. ISSN 0322-9254

HORÁČEK Petr. *Jedle bělokorá – páteř evropských lesů: sborník referátů z mezinárodní konference*. Kostelec nad Černými Lesy: Lesnická práce, 2016, s. 110-114. ISBN 978-80-7458-089-5

KOBLIHA J., Slávik M., Hynek V., Marušák R., 2010: *Produkční dopady výberu testovaných proveniencí smrekovca opadavého; Lesnícky časopis – Forestry Journal*, ročník 56, číslo 1, str. 17-30; Česká zemědělská univerzita Praha, Fakulta lesnická a dřevařská

MACAR, Václav a František MARŠÍK. *Lesmistr Josef John (1802-1871) a boubínský lesní komplex s pralesní rezervací*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2005. ISBN 80-7084-340-3

MAŁGORZATA, Danek, Monika CHUCHRO a Adam WALANUS. *Tree-Ring Growth of Larch (Larix decidua Mill.) in the Polish Sudetes—The Influence of Altitude and Site-Related Factors on the Climate–Growth Relationship. Forests*. 2018, 9(663), 23.

MARTINÍK, Antonín a David DUŠEK. Potencionál mladších jedlových porostů k přirozené obnově pod chřadnoucím smrkem na Severní moravě. *Lesnická práce*. 2017, (4), 3.

MORIS JV, Vacchiano G, Ascoli D, Motta R (2017) Alternative stable states in mountain forest ecosystems: the case of European larch (*Larix decidua*) forests in the western Alps. *Journal of Mountain Science* 14(5). DOI: 10.1007/s11629-016-4328-1

MRÁČEK, Zdeněk. *Pěstování buku*. 1. vyd. Praha: SZN, 1989. 223 s. Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství. ISBN 80-209-0003-9.

MUSIL I., HAMERNÍK J., 2003: *Lesnická dendrologie 1, Jehličnaté dřeviny*, Česká Zemědělská Univerzita Praha, str. 48-52, 23-34

NOVÁK, Jiří a SLODIČÁK, Marian. *Výchova porostů modřínu opadavého*. *Lesnická práce*, 2006, 85(12), s. 10-11. ISSN 0322-9254

NOŽIČKA, Josef. *Jesenický modřín: původní jeho výskyt a zavádění modřínu v českých zemích*. Ostrava: Krajské nakladatelství, 1962. 221 s.

NOŽIČKA, Josef. *Přehled vývoje našich lesů*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1957. 459 s., [3] složené l. obr. příl. Lesnická knihovna. Velká řada; sv. 23.

NEUHÖFEROVÁ, Pavla. *Modřín – strom roku 2006*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální, katedra pěstování lesů, 2006 [cit. 2019-03-19]. ISBN 80-213-1572-5

PETRÁŠ, Rudolf a Jozef PAJTÍK. *Sústava česko-slovenských objemových tabuliek dřevín*. *Lesnický časopis*. 1991, **37**(1), 49-56.

POLENO, Zdeněk, Stanislav VACEK a Vilém PODRÁZSKÝ. Pěstování lesů. III., Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-34-2

SIEGEL, S., CASTELLAN, N. J. Jr. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. New York: McGraw–Hill, 1988.

SLÁVIK, Martin. Smrekovec opadavý *Larix decidua* Mill., jeho charakteristika, ekológia a perspektivy jeho uplatnenia v lesníckej prevádzke. 2006

STERBA, Hubert, Gerald DIRNBERGER a Tim RITTER. *The Contribution of Forest Structure to Complementarity in Mixed Stands of Norway Spruce (Picea abies L. KARST) and European Larch (Larix deciduaMILL.). Forests.* 2018, 9(410), 17.

Textová část LHP: LHC Vimperk: Platnost 1.1.2015 - 31.12.2024. 1. České Budějovice: Lesy České republiky, s.p., 2014.

TŘEŠTÍK, Michal a Vilém PODRÁZSKÝ. *Je jedle bělokorá meliorační dřevinou? Lesnická práce.* 2017, (9), 3.

VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V. V. Forest ecosystems of the Šumava Mts. and their management. *Journal of Forest Science*, 2003, 49.7: 291-301.

VALENTA, Jan a Libor ŠEŠULKA. Postup při zjišťování zásob v aukcích nastojato u Lesů ČR. *Lesnická práce.* 2015, (12), 3

9 Přílohy



Obrázek 26: plocha č. 1 – pohled na sever (foto autor)



Obrázek 27: plocha č. 2 – pohled na jih (foto autor)



Obrázek 28: plocha č. 3 – pohled na JV (foto autor)



Obrázek 29: Plocha č.4 – pohled na západ (foto autor)