

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav zakládání a pěstění lesů

**Růst a vitalita prostokořenného a krytokořenného sadebního
materiálu při obnově stanovišť středních a vyšších poloh**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2015/2016

Michal Mácha

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Růst a vitalita prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu při obnově stanovišť středních a vyšších poloh zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000Sb., autorský zákon a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:

Podpis.....

Mé velké poděkování patří především vedoucímu bakalářské práce Ing. Václavu Hurtovi, Ph.D. a zakladateli tohoto výzkumného projektu prof. Ing. Oldřichu Mauerovi, Drsc. Dále bych chtěl poděkovat Karlu Kohoutovi, který mi pomáhal se zpracováním velmi rozsáhlé databáze a Ondřeji Bartákovi, Pavlu Bastlovi a Vlastimilu Brachovi, kteří se podíleli na terénním měření. V neposlední řadě, patří velký dík mé rodině a přátelům za podporu a trpělivost spojenou s mým studiem.

Autor práce: Michal Mácha

Název tématu: Růst a vitalita prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu při obnově stanovišť středních a vyšších poloh

Abstrakt:

Cílem práce bylo porovnání růstu krytokořenného a prostokořenného sadebního materiálu. Pro tento účel byly vybrány vhodné lokality na SLT 5K, 5S, 6K, 6S, 7K a 7S, kde byly založeny zkusné plochy. Na každé z těchto ploch bylo vysazeno 200 kusů krytokořenných a 200 kusů prostokořenných sazenic buku lesního, douglasky tisolisté a smrku ztepilého. Na konci vegetačního období byla u 100 sazenic z každé varianty změřena výška a tloušťka kořenového krčku, dále byla zjišťována vitalita a mortalita. Současně byly zjišťovány další parametry vedoucí k upřesnění výsledků. Následně bylo provedeno statistické vyhodnocení podle jednotlivých stanovišť a variant. Z předběžných výsledků je patrné, že nejvyšší mortalita byla na plochách nacházejících se na SLT 5K a 5S. Dále bylo zjištěno, že malá výška nadzemní části u krytokořenného sadebního materiálu douglasky tisolisté negativně ovlivňuje odrůstání těsně po výsadbě. U buku lesního a smrku ztepilého nebyly zjištěny výrazné rozdíly mezi krytokořenným a prostokořenným sadebním materiálem.

Klíčová slova: sadební materiál, krytokořenný, prostokořenný, obnova

Name of the author: Michal Mácha

Title of the thesis: The growth and vitality of containerized and bare-rooted planting stock in habitat regeneration at middle and higher locations

Abstract:

The aim of the thesis was to compare the growth of containerized and bare-rooted planting stock. For this purpose suitable location on set of forest types 5K, 5S, 6K, 6S, 7S and 7K were selected where sample plots were based. On each of these areas 200 pieces containerized and 200 pieces bare-rooted plants of European beech, Douglas fir and Norway spruce were planted. At the end of the growing season the height and diameter of root collar were measured with 100 plants of each variation, further the vitality and mortality were found out. At the same time the further parameters were investigated which led to clarifying the results. Subsequently the statistic evaluation was made according to the individual habitats and variants. The results show that the highest mortality was on areas located on sets of forest types 5K and 5S. It was also found out that a small height of the above-ground part of containerized planting stock of Douglas fir influences negatively the growing up just after planting. With European beech and Norway spruce no significant differences were found between containerized and bare-rooted planting stock.

Key words: planting stock, containerized, bare-rooted, forest regeneration

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíl práce	9
3 Rozbor problematiky, literatura.....	10
3.1 Charakteristika sadebního materiálu	10
3.2 Rozdělení sadebního materiálu	10
3.3 Historie a současnost pěstování krytokořenného sadebního materiálu	11
3.4 Výhody a nevýhody používání krytokořenného sadebního materiálu	12
3.5 Substráty v lesních školkách.....	12
3.6 Hnojení a závlaha v lesních školkách.....	14
3.7 Pěstování v umělých krytech	14
3.8 Kořenový systém dřevin.....	15
3.8.1 Kořenový systém obecně	15
3.8.2 Deformace kořenového systému	16
3.9 Charakteristika zájmových dřevin.....	19
3.9.1 Buk lesní – <i>Fagus sylvatica</i> L.	19
3.9.2. Douglaska tisolistá – <i>Pseudotsuga menziesie</i>	21
3.9.3 Smrk ztepilý – <i>Picea abies</i> (L.) KARST.	22
3.10 Typologické podmínky zájmových ploch	24
4 Stanovištní a ekologické podmínky	26
4.1 Charakteristika jesenického bioregionu	26
4.2 Charakteristika drahanského bioregionu	27
4.3 Pedologické poměry	28
4.4 Bližší charakteristika zájmových ploch.....	28
4.4.1 Charakteristika plochy 5K	28
4.4.2 Charakteristika plochy 5S	28
4.4.3 Charakteristika plochy 6K	28
4.4.4 Charakteristika plochy 6S	28

4.4.5 Charakteristika plochy 7K	29
4.4.6 Charakteristika plochy 7S	29
5 Metodika.....	30
5.1 Terénní metodika	31
5.2 Zpracování dat.....	33
6 Analýza výsledků.....	34
6.1 Vyhodnocení výšek nadzemní části v roce měření	34
6.2 Vyhodnocení hodnot terminálního přírůstu.....	38
6.3 Vyhodnocení vitality	42
6.4 Vyhodnocení délky asimilačního aparátu.....	45
6.5 Vyhodnocení mortality	48
6.6 Vyhodnocení výskytu dvojáků, trojáků a vícečetných kmínků	49
6.7 Vyhodnocení tloušťky kořenového krčku	50
6.8 Vyhodnocení odklonu od osy kmínku.....	51
6.9 Vyhodnocení tvaru koruny	53
6.10 Vyhodnocení poškození biotickými a abiotickými činiteli	54
7 Diskuze	55
8 Závěr a doporučení pro praxi.....	57
9 Summary	58
10 Seznam literatury	59
10.1 Internetové zdroje.....	61
11 Seznam tabulek a obrázků	62
11.1 Seznam tabulek	62
11.2 Seznam obrázků	62
12 Seznam příloh	63

1 Úvod

Les je nedílnou součástí života člověka již od dávných dob. Lidé les využívali jako úkryt, zdroj obživy, paliva a v neposlední řadě také jako zdroj materiálu na stavbu svých obydlí a nástrojů. Zjednodušeně by se dalo říci, že dříve lidé chodili do lesa, jako chodíme my dnes do supermarketů. Dlouhou dobu les tomuto náporu odolával a stačil se sám regenerovat. Ovšem s přibývajícím počtem lidí a také s jejich většími nároky na kvalitu života si již les nezvládal poradit sám. Proto pokud chtěli lidé z lesa brát jako dříve, museli cílenou péčí zvýšit produkci dřevní hmoty a také se snažit o zachování veškerých funkcí tohoto nenahraditelného ekosystému. Z tohoto důvodu se postupně začal vyvíjet obor lesnictví. Lesnictví je velice obsáhlá disciplína, jejíž nedílnou součástí je i obnova lesa.

Sadební materiál užívaný k obnově lesa se dnes z velké části pěstuje v lesních školkách z osiva sebraného z porostů, k tomuto účelu uznaných. Nejen sběr osiva, ale i přenos již vypěstovaného reprodukčního materiálu je v České republice důkladně legislativně ošetřen (viz. Vyhláška č. 139/2004 Sb.).

Se zvyšujícími se nároky na množství a kvalitu sadebního materiálu lesních dřevin se vyvíjejí stále nové intenzivní technologie pěstování. Jednou z těchto technologií, která v poslední době zažívá svůj rozkvět, je pěstování krytokořenného sadebního materiálu pod umělými kryty. S pomocí této technologie, a dodržováním velice přesných výrobních postupů, je možno v kratším čase vyprodukovat podstatně větší množství kvalitních a výsadby schopných jedinců, než při použití standardní technologie, jejíž produktem je prostokořenný sadební materiál. Podle Mauera et al. (2006) by měl krytokořenný sadební materiál po výsadbě lépe odrůstat, neměl by mít takové ztráty a při dodržení správného postupu při zalesňování by nemělo docházet k deformacím kořenového systému. Pro porovnání prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu byl založen rozsáhlý výzkumný projekt, jehož součástí je i tato bakalářská práce.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo zhodnotit ujmavost a vitalitu prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu stejných druhů dřevin ve vztahu k souboru lesních typů. Práce byla postavena na porovnání třech hospodářských dřevin, jednalo se o buk lesní (*Fagus sylvatica* L.), douglasku tisolistou (*Pseudotsuga menziesie*) a smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) KARST). Hodnoceny byly kultury na 6 plochách, které byly rozmístěny v oblasti Jeseníků, Horního Štěpánova a Velenova. Plochy byly založené v roce předcházejícímu měření. Hodnoceny byly především tyto parametry a znaky- výška nadzemní části, přírůst terminálu, mortalita, vitalita, poškození biotickými a abiotickými činiteli.

3 Rozbor problematiky, literatura

Tato kapitola pojednává o problematice pěstování a použití krytokořenného a prostokořenného sadebního materiálu zájmových lesních dřevin.

3.1 Charakteristika sadebního materiálu

Sadební materiál jsou rostliny, nebo jejich části určené pro zakládání nových porostů. Sadební materiál lze dělit podle mnoha kritérií, k základním patří dělení podle původu, ochrany kořenového systému, morfologických parametrů a technologií pěstování (Mauer, 2009). Rostliny vysazované na všech šesti výzkumných plochách byly vypěstovány jako sazenice. Podle (ČSN 48 2115, 2012) je sazenice definována jako rostlina vypěstovaná ze semenáčku nebo vegetativním množením, u níž byl kořenový systém upravován (přepichováním, školkováním, podřezáváním kořenů, přesazením do obalů nebo zakořeňováním náletových semenáčeků) s nadzemní částí o výšce do 70 cm. Jedná se o nejpoužívanější typ sadebního materiálu, který lze uplatnit na všech stanovištích (Mauer, 2009).

3.2 Rozdělení sadebního materiálu

Sadební materiál můžeme dělit dle původu na: generativní sadební materiál, který byl vypěstován ze semene a vegetativní sadební materiál, který byl vypěstován z části rostliny (řízky, rouby, očka, explantáty). Předností druhého typu sadebního materiálu je, že víme, jaké bude mít daný jedinec vlastnosti. Naopak nedostatkem je skutečnost, že jde o klonové množení a proto může docházet k zúžení genofondu takto zakládaných porostů (Mauer, 2009).

Dále můžeme sadební materiál dělit podle ochrany kořenového systému na: prostokořenný – kořenový systém rostliny není nikterak chráněn, je „nahý“ a krytokořenný – kořenový systém je chráněn substrátem nebo zeminou.

Dalším kritériem, podle kterého můžeme dělit sadební materiál, jsou morfologické parametry rostliny. Z toho hlediska se dělí sadební materiál na celistvý, který má nadzemní část i kořenový systém. Bezkořenný, který nemá kořenový systém a pahýlový, tento typ sadebního materiálu nemá nadzemní část.

Sadební materiál mající nadzemní část i kořenový systém dělíme na: Semenáčky – jsou to rostliny bez mechanické úpravy kořenového systému a délkou nadzemní části do 80 cm. Sazenice – jsou rostliny s jednou mechanickou úpravou kořenového systému a délkou nadzemní části do 70 cm. Poloodrostky – jsou rostliny se dvěma mechanickými úpravami kořenového systému a délkou nadzemní části 50 až 120 cm. Odrostky – rostliny minimálně se dvěma mechanickými úpravami kořenového systému, délkou nadzemní části 120 až 200 cm a

upravovanou korunu. Vzrostlé stromy – rostliny s délkou nadzemní části nad 250 cm, mnohonásobnou mechanickou úpravu kořenového systému, upravovanou korunou, staré až několik desítek let (Mauer, 2009).

3.3 Historie a současnost pěstování krytokořenného sadebního materiálu

Pěstování krytokořenného sadebního materiálu vyžaduje především přesné postupy. Při zajištění vhodných podmínek je možno dosáhnout kvalitní produkce sadebního materiálu. Základem úspěchu je především vhodná volba obalu, délka pěstování, výživa apod. (Jurásek et al. 2010). Pěstování krytokořenného sadebního materiálu má v našem lesním hospodářství dlouhou tradici. Dle Mauera et al.(2006) se již v druhé polovině šedesátých let využívaly k výzkumu i v provozu obaly z polyetylenových sáčků a různých textilií. V minulost se hlavní podíl produkce obalovaného sadebního materiálu soustřeďoval na obaly středního objemu pohybujícího se od 0,5 do 1 litrů. První detailně prověřené obaly byly rašelinocelulóзовé kelímky (RCK) Jiffy pots. Tyto obaly k nám byly dovezeny poprvé v roce 1961 a jejich používání se brzy rozmohlo. K největšímu rozšíření používání krytokořenného sadebního materiálu došlo v naší republice v osmdesátých letech. V polovině osmdesátých let byl při obnovách lesů v ČR využíván krytokořenný sadební materiál z více než 20 % celkové potřeby a předpokládalo se jeho rozšíření až na 50 %. Koncem osmdesátých let však došlo k poklesu produkce obalovaného sadebního materiálu. K ústupu tohoto typu sadebního materiálu došlo zejména kvůli velkému množství deformací kořenového systému způsobených obaly. Tyto deformace byly způsobeny především používáním nevhodných typů obalů, nebo předržováním sadebního materiálu v obalech příliš dlouhou dobu. V polovině let devadesátých opět vzrostla poptávka po obalované sadbě. V tomto případě byly již ve větší míře využívány nové typy obalů vyvinuté v zahraničí a byly plně využívány plastové sadbovače.

Z výše uvedeného textu vyplývá, že pěstování krytokořenného sadebního materiálu má v podmínkách ČR již dlouholetou tradici. V budoucnu se předpokládá, že se podíl krytokořenného sadebního materiálu zvýší ze současných 10 % až na 30 %. V konkurenčním tlaku bude významná flexibility nabídky, tzn. Rychlá schopnost reagovat na požadavky zákazníka, a to jednak v typu a kvalitě sadebního materiálu, ale i v čase (při vzniku nenadálé potřeby, např. kůrovcové kalamitě). Toho je možné dosáhnout pouze tehdy, má-li školka k dispozici kromě klasického postupu pěstování i intenzivní technologie pěstování krytokořenného sadebního materiálu, umožňující v podstatně kratším časovém úseku vypěstovat potřebný sadební materiál (Jurásek et al. 2004).

3.4 Výhody a nevýhody používání krytokořenného sadebního materiálu

Mauer et al. (2006) a Jurásek et al. (2010) shodně uvádějí jako hlavní výhody krytokořenného sadebního materiálu zkrácení doby pěstování a s tím související možnost pružněji reagovat na poptávku trhu. Dále rychlejší odrůstání kultur, zkrácení péče o ně a dřívější dosažení stavu zajištěné kultury. Další nespornou výhodou krytokořenného sadebního materiálu je skutečnost, že kořenový systém rostliny je chráněn po celou dobu manipulace a kořenový bal obsahuje zásobu živin a vody, to má za následek menší šok z přesazení, vyšší ujímavost a rychlejší obnovu růstu po výsadbě. Za další kladnou vlastnost považují výrazné prodloužení časového úseku, kdy je možné zalesňovat. Mauer, (2009) uvádí, že je možné provádět výsadbu po celý rok s výjimkami – kdy je půda zmrzlá nebo rozbahněná, v období intenzivních přísušků a v jarním období, kdy rostliny intenzivně přirůstají. Poslední uváděnou výhodou je možnost snížení počtu vysazovaných jedinců oproti počtům udávaných ve vyhlášce č. 139/2004 Sb. až o 25 %.

Jako hlavní nevýhody krytokořenného sadebního materiálu zmiňují (Mauer et al. 2006; Jurásek et al. 2010) relativně vyšší pořizovací cenu rostliny a vyšší náklady na dopravu. Dále zvýšené nebezpečí deformací kořenového systému, kdy tyto deformace mohou být tak závažné, že mohou vyvolat i totální rozvrat takto založených porostů. Dalším problémem při používání tohoto typu sadebního materiálu může být nebezpečí vymrzání a vysychání malých krytokořenných semenáčků a sazenic při nevhodném výběru stanoviště, nebo nedokonale provedené výsadbě. Ovšem nevýhody uvedené v posledních dvou větách tohoto odstavce nastávají i u prostokořenných rostlin, pokud nebyl dodržen správný postup výsadby.

3.5 Substráty v lesních školkách

„Substrát je prostředí k zakořeňování rostlin. Rostliny prorůstají substráty svými kořeny a kořenovými vlásky, jejichž prostřednictvím čerpají především vodu a živiny. Nejrozšířenější přírodní substrátem na zakořeňování rostlin je půda“. Za základní složky substrátu považujeme pevnou, kapalnou a plynnou fázi. V substrátech se vyskytují kombinace těchto tří fází v různých poměrech a kvalitě (Bedrna, 1989).

Plynná fáze substrátu se skládá především z dusíku, kyslíku, oxidu uhličitého a vodní páry. Dále se v menším množství vyskytuje argon, metan, amoniak, sirovodík a další plyny. Pro kořeny rostlin má největší význam množství kyslíku a oxidu uhličitého. Většina kořenů rostlin si vyžaduje více jak 10 % kyslíku v plynné fázi substrátu (Bedrna, 1989).

Kapalná složka substrátu je pro rostliny stejně důležitá jako složka plynná. V kapalně fázi se vyskytují živiny velmi snadno přístupné pro rostliny. Voda také slouží jako prostředek

transportu živin pro rostliny. Pouze při jejím pravidelném přijímání a vypařování probíhají v rostlinách všechny důležité procesy. Optimální podíl kapalné složky v substrátu závisí na druhu rostliny a způsobu pěstování (Bedrna, 1989).

Pevnou fázi substrátu tvoří minerální, organické a organicko – minerální látky a průmyslově vyráběné komponenty (Bedrna, 1989).

Povrchová vrstva půdy (cca 30 cm) v lesní školce má být zkulturněná a vhodně zoraná. Fyziologická hloubka půdy bez překážek pro prorůstání kořenů by měla být v lesních školkách minimálně 1 metr. Pro optimální růst semenáčků a sazenic lesních dřevin je důležitý obsah humusu a organických látek minimálně 5 – 10 %. Obsah těchto látek zvyšujeme melioračním hnojením s použitím rašelino – zelených, bahenných nebo minerálně rašelinných kompostů (Bedrna, 1989).

K pěstování krytokořenného sadebního materiálu a k pěstování prostokořenných semenáčků ve fóliovnicích by měl být vždy použit substrát s nejlepšími fyzikálními a chemickými vlastnostmi. I přesto, že je nejvíce užívaným a mnohdy i jediným komponentem substrátu rašelina, často se do substrátů přidávají i další komponenty – nejčastěji kůra a biologicky aktivní zemina. Pro vylehčení substrátů, což vede ke zvýšení obsahu kyslíku a tím ke zlepšení fyzikálních vlastností a snížení hmotnosti se užívá perlit a keramzit (Mauer et al. 2006).

U všech substrátů je zapotřebí sledovat a exaktně vyhodnocovat zejména parametry týkající se vlhkosti, obsahu spalitelných látek, hodnoty pH, hodnoty elektrické vodivosti a obsahu rizikových látek (Mauer et al. 2006).

Jako obecně přijatelný je pro pěstování sadebního materiálu lesních dřevin substrát s těmito vlastnostmi: pH pro pěstování jehličnanů 4,5 – 5,5 pH H₂O, pro pěstování listnáčů 5,0 – 6,0 pH H₂O, elektrická vodivost do 2,2 mS.cm⁻¹, obsah chloridů do 50 mg.l⁻¹, objemová hmotnost redukovaná u substrátu pro krytokořenné a prostokořenné semenáčky do 180 g.l⁻¹ a pro pěstování krytokořenných sazenic do 220 g.l⁻¹ (Mauer et al. 2006).

Ze směsných substrátů se pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin hodí nejlépe kůrorašelinový substrát namíchaný v poměru 1 : 1 pro sje a krytokořenné semenáčky a 1 : 2 až 1 : 3 pro krytokořenné sazenice. „Nevhodná fyzikální kvalita substrátu může negativně ovlivňovat produkci více než jeho nevhodné chemické vlastnosti“. Nároky na kvalitu a kvantitu živin v substrátu se výrazně mění podle druhu pěstované dřeviny, jejího vývojového stavu a ročním období (Mauer et al. 2006).

3.6 Hnojení a závlaha v lesních školkách

„Pod pojem živiny zařazujeme látky, které organismus přijímá a požaduje k projevu všech svých životních funkcí“. U zelených rostlin jsou považovány za živiny anorganické látky přijímané většinou až v iontové formě. Výraznější nedostatek živin ovlivňuje nepříznivě metabolismus rostlin, který se promítá do tvorby významných rostlinných složek, jako jsou sacharidy, bílkoviny, lipidy ale i růstové, stimulační a jiné látky (Vaněk et al. 2012). Mauer et al. (2006) k tomuto ještě dodává, že naopak příliš velká koncentrace živin inhibuje a oddaluje klíčení a růst kořenů, z tohoto důvodu je biologicky nejvhodnější osévat nebo osazovat substráty s malou zásobou živin.

Typy užívaných hnojiv dělíme na hnojiva rozpustná, která se používají pro základní vyhnojení substrátu i pro dohnojování během vegetačního období. Druhým typem jsou hnojiva zásobní s dlouhodobým účinkem. Tento typ hnojiva má řadu výhod, například snižuje ztráty živin vyplavováním, mohou se použít vyšší dávky hnojiv, živiny se plynule uvolňují během vegetační doby a další přihnojování odpadá nebo se výrazně omezuje. Posledním typem hnojiv jsou hnojiva pro přihnojování během vegetačního období. K tomuto účelu lze použít většinu hnojiv pro základní vyhnojení substrátu. Tato hnojiva se aplikují na povrch substrátu, nebo se rozpouštějí ve vodě. K danému účelu lze použít i celou řadu rozpustných speciálních hnojiv, nebo hnojiv kapalných (Mauer et al. 2006). Bedrna (1989) uvádí, že na zintenzivnění růstu můžeme v průběhu vegetační doby semenáčky přihnojovat jednou za týden 1 % roztokem kapalných dusíkatých nebo vícesložkových průmyslových hnojiv (Mauer et al. 2006).

Většina plných hnojiv obsahuje i stopové prvky. Ty lze v případě potřeby dodávat i speciálními hnojivy, nebo lze připravit vodný roztok chemických sloučenin s těmito prvky ($MnSO_4$, $ZnSO_4$, H_3BO_3 , $CuSO_4$ aj.) (Mauer et al. 2006).

Baier (1962) konstatuje, že voda je pro život rostliny nepostradatelná. Do půdy se dostává ve formě srážek a při nedostatečném množství srážek ve formě závlahy. V půdě voda plní funkci rozpouštědla živin, přemísťuje je a umožňuje rostlinám jejich příjem. S tímto tvrzením souhlasí Mauer et al. (2006), a dodávají, že při nedostatečném množství vody se může koncentrace aplikovaných pevných hnojiv zvýšit až do hodnot, kdy jsou pro rostlinu toxické. Účinnost hnojení a množství přijatých živin výrazně ovlivňuje kvalita závlahové vody, zejména tvrdost, pH a obsah toxických látek.

3.7 Pěstování v umělých krytech

Dle Mauera et al. (2006) se technologie pěstování prostokořenných a krytokořenných semenáček v umělých krytech v lesnictví používá od 70. let minulého století. Dále uvádí,

že překrytím pěstovaných rostlin fólií nebo sklem vytvoříme růstové podmínky, které se zásadně liší od podmínek na volné nekryté ploše. Optimální teplota vzduchu se nachází mezi 15 a 25 °C. Relativní vzdušná vlhkost je v optimu při hodnotách mezi 70 a 90 %. Regulace jednotlivých faktorů se provádí – závlahou, větráním, přitápěním, přisvětlováním, zatemňováním a dodáváním CO₂. Nedojde-li současně k optimální regulaci všech faktorů (s výjimkou CO₂), dojde k pěstebnímu nezdaru.

Za přednosti této technologie Mauer et al. (2006) považují nezávislost na přírodních podmínkách, částečná ochrana před biotickými škůdci a větší výtěžnost osiva, která je například u smrku 3x větší než při výsevech do minerální půdy. Další předností je zkrácená doba pěstování rostlin, tuto skutečnost potvrzuje fakt, že jednoleté semenáčky z umělých krytů svými biometrickými parametry několikanásobně převyšují dvouleté rostliny vypěstované v minerální půdě a také fakt, že během jednoho vegetačního období lze vypěstovat semenáčky pro školkování, nebo přesazování do obalů i 3x.

Jako nevýhody této technologie Mauer et al. (2006) uvádějí nejen bezpodmínečné dodržování technologické kázně, ale také každodenní a celodenní dozor.

3.8 Kořenový systém dřevin

Tato kapitola bude věnována základní charakteristice kořenového systému a hlavních typů deformací, které výrazně ovlivňují odrůstání sazenic.

3.8.1 Kořenový systém obecně

Klika (1947) definuje kořen (*radix*) jako rostlinný orgán bez listů a pupenů, který je zpravidla kladně geotropický a záporně heliotropický. Na klíčící rostlince lze vidět nejlépe, že v pokračování podděložního článku, čili hypokotylu je hlavní, kulový kořen. Z něho dále vyrůstají postranní kořeny, které se větví na kořeny 2. a 3. (i dalších) řádu. Kořeny odrůstají pod vrcholkem, který je kryt skupinou odumřelých buněk, tzv. křenovou čepičkou. Podle Razdorskije (1954) kořenová čepička chrání vrcholek kořenu, který se skládá z jemných tenkostěnných buněk, před poškozením částicemi půdy. Kořenová čepička, tím že má zeslizovatělé blány vnějších buněk, usnadňuje pronikání rostoucího konce kořene do půdy. Klika (1947) ještě dodává, že na nejmladších částech kořenů se nachází kořenové vlášení, jedná se o jednobuněčné vychlípeniny pokožkových buněk, kterými rostlina přijímá živné roztoky a vodu. Pejchal (2008) uvádí, že u nahosemenných a dvouděložných dřevin můžeme rozlišovat primární a sekundární stavbu kořene. Primární stavba vzniká činností primárního dělivého pletiva, umístěného v kořenové špičce a kořen ji má v prvním roce své existence. Sekundární stavba kořene vzniká činností druhotných dělivých pletiv kambia a felogenu a vytváří se od

druhého roku. Palátová a Mauer (2013) informují o tom, že kořenový systém dřevin je tvořen velkým množstvím kořenů různé délky, tloušťky a funkce rostoucí různými směry a vytvářející v půdě spleť sítí.

3.8.2 Deformace kořenového systému

Deformace kořenového systému ovlivňuje nejen stabilitu budoucích porostů, ale také způsobují nedostatečné využívání půdních živin kořeny k tvorbě a produkci dřevní biomasy. Negativně působí i na celkový zdravotní stav rostliny (Kolín, 2001)

Snaha o snižování ztrát při zalesňování současně s nedostatkem sadebního materiálu zvyšuje tlak na kvalitu jeho produkce. S tím souvisí také potřeba správného a objektivního hodnocení kvalitativních znaků sazenic. Pro školkaře je samozřejmě výhodné docílit vysoké produkce sadebního materiálu, ale bohužel mnohdy na úkor kvality. K základním hodnocením sazenic patří posuzování morfologických znaků. Jedná se o sílu kořenového krčku, průběžnost kmínku a samozřejmě výskyt jemných kořenů a případný výskyt deformací kořenů či jiné závažné poškození. Především dvěma posledně jmenovaným nedostatkům, zjišťovaným jak u prostokořenných, tak krytokořenných sazenic nebývá věnována dostatečná pozornost a to hlavně u listnáčů ale i jehličnanů s křovítkem (Kolín, 2001)

Deformace kořenů je nenormální stav růstu kořenů, který se nemusí vždy projevit na růstu nadzemní části, ale v jehož důsledku je již strom oslaben. Velké množství stromů s deformovaným kořenovým systémem proto bývá napadeno parazitickými houbami, zejména václavkou (*Armillaria*), outkovkou (*Trametes*) a kořenovníkem vrstevnatým (*Heterobasidion annosum*). Takto oslabené stromy jsou častěji napadeny hmyzími škůdci (Mauer et al. 2013).

Deformace kořenového systému jsou lesnickou veřejností nejčastěji dávány do souvislosti s používáním krytokořenného sadebního materiálu. Ovšem i při pěstování prostokořenného sadebního materiálu může docházet k nejzávažnějším typům deformací kořenového systému a tím významnému ohrožení takto založených porostů. Není-li sadební materiál dobře pěstován, i nadále zůstává krytokořenný sadební materiál nejrizikovějším typem sadebního materiálu. Deformace kořenového systému však lze úspěšně eliminovat metodou pěstování na vzduchovém polštáři v kombinaci s vhodnými typy obalů (Mauer, 2011).

Skutečnost, že obaly krytokořenného sadebního materiálu mohou výrazně deformovat kořenový systém je považována za jejich největší biologický nedostatek. Původní představa, že strom v případě deformací kořenového systému vytvoří nový kořenový systém, se nenaplnila. Výjimkou je smrk ztepilý (*Picea abies*), který dovede rychle vytvořit nové adventivní kořeny a do 15 let po výsadbě i zcela nový kořenový systém a to v tom případě,

že původní deformovaný kořenový systém ztratí svou funkci a zanikne. Adventivní kořeny se tvoří převážně na nadzemní části osy, rostliny musí být proto při výsadbě „utopeny“, jinak ani smrk nemůže nový kořenový systém rychle vytvořit (Mauer et al. 2006).

Hlavní typy deformací kořenového systému:

- zploštění do horizontální roviny
- zploštění do vertikální roviny
- jednostranné (vlajkovité) formy
- deformace typu U a J (hlavní kořen je deformován do tvaru těchto písmen)
- strboul (po vytvoření spirály dochází k vzájemnému prorůstání kořenů v prostoru obalu)

Nejnebezpečnější typy deformací:

- Strboul – Tímto typem deformace jsou ohroženy všechny dřeviny. Základem pro vytvoření strboulu je iniciace růstu kořenů do spirály. Kořeny vzájemně prorůstají v prostoru vytvořených spirál a vytvářejí splet' kořenů – strboul. Vznikem strboulu je porušena nejen přirozená architektonika kořenového systému, ale tloušťnutím dochází k vzájemnému zaškrcování křenů a tím je narušena i výživa stromu.
- Absence kúlového kořene nebo pozitivně geotropicky rostoucích panoh. S výjimkou smrku všechny naše hlavní dřeviny (v juvenilní fázi) přirozeně vytvářejí pro zajištění své mechanické stability kúlový (nebo hlavní) kořen, který vždy roste pozitivně geotropicky. Jestliže je tento kořen deformován, stromy vytvářejí pouze povrchový kořenový systém, a to ještě velmi často jednostranný (Mauer et al. 2006).

Jediným přijatelným typem deformace je vytvoření „chůdovitých“ kořenů. To znamená, že kořen při svém růstu narazí na stěnu obalu a ihned se stočí do pozitivně geotropického směru růstu. Při tom se ovšem nesmí vytvořit spirála (ani její náznak) a kořeny se nesmí vzájemně proplétat. Deformace je přijatelná i pro dřeviny s povrchovým kořenovým systémem (Mauer et al. 2006).

Deformace lze částečně minimalizovat úpravou technologického postupu pěstování:

- Zvětšením objemu obalu – jde o postup biologicky vhodný, ovšem finančně náročný.
- Zkracování doby pěstování v obalech – z biologického hlediska je pro omezení vzniku deformací vždy vhodné minimalizovat dobu pěstování v obalu.
- Modifikace tvaru (průřezu) obalu – z obalů s původně kruhovými průřezy byly vyvinuty obaly s průřezy čtvercovými, obdélníkovými, šestiúhelníkovými, tvaru hvězdy nebo

kapky, tím se minimalizovalo riziko tvorby spirál. Modifikace je účinná pouze ve spojení s volným dnem (obaly bez dna).

- Přidávání přepážek na vnitřní stěny obalů – konstrukční prvek využívající stejného principu jaký byl využit při modifikaci tvaru (průřezu) pevných obalů. Přidávání žeber na vnitřní strany obalů je již samozřejmostí, počet vlisovaných žeber se pohybuje v rozmezí 4 – 12 na každý obal (buňku).
- Odstranění dna obalu (technologie „stříhu vzduchem“) – princip technologie spočívá v tom, že proroste-li kořen jakéhokoliv řádu dnem, dostává se do prostoru, kde dochází k většímu proudění vzduchu, tedy ke zhoršení podmínek pro růst kořene a kořen zasychá. Vyvinuta je i technologie bočního stříhu vzduchem (perforace bočních stěn obalu) pro omezení deformací laterálních kořenů.
- Aplikace chemických látek inhibiční povahy (technologie „chemického stříhu“) – eliminace deformací je možná pomocí aplikace růstových inhibitorů na bázi těžkých kovů (zejména měďi, nejúčinnější je uhličitan měďnatý), které jsou nanášeny na vnitřní stranu obalů určených pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu.
- Aplikace chemických látek typu fytohormonů – pokud už deformace kořenů vznikly, perspektivní metodou eliminace jejich vlivu může být aplikace růstových látek stimulační povahy. Tyto látky vyvolávají zakládání a růst nových kořenů, které by postupně mohli převzít funkce kořenů deformovaných. Mezi experimentálně ověřované látky stimulační povahy patří gibereliny a auxiny (Mauer et al. 2006).

3.9 Charakteristika zájmových dřevin

V této kapitole budou popsány charakteristické morfologické a ekologické vlastnosti, a také areál výskytu vybraných lesních dřevin, kterými jsou Buk lesní – (*Fagus sylvatica* L.), Douglaska tisolistá – (*Pseudotsuga menziesie*) a Smrk ztepilý – (*Picea abies* (L.) KARST.).

3.9.1 Buk lesní – *Fagus sylvatica* L.

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné (*Magnoliopsida*)

Řád: bukotvarné (*Fagales*)

Čeleď: bukvovité (*Fagaceae*)

Rod: buk (*Fagus*)

(Větvička, 2000)

Buk je statný strom s rovným válcovitým kmenem a s nápadně hladkou, tenkou, šedou kůrou. Ve výjimečných případech se vyskytují buky s rozpraskanou kůrou (tzv. kamenné buky). Volně rostoucí exempláře mají kulovitou korunu širokou až 20 m, jedinci rostoucí v porostu mají korunu metlovitou. Buk dosahuje výšky kolem 35 m a průměru kmene až 1,5 m. Dožívá se věku maximálně 200 – 400 let. Největší jedinci dosahují objemu kmene až 30 m³. Kmen bývá vysoko do koruny průběžný s větvemi odstávajícími v ostrém úhlu (Úradníček a Chmelař, 1998). Podle Kliky (1947) má buk skořicově hnědé, konečné nebo postranní pupeny ve dvou řadách. Červenka a Cigánová (1989) popisují pupeny jako protáhle kuželovité, mírně dovnitř zahnuté, uprostřed nejsilnější, asi 1 cm dlouhé špičaté s četnými pupenovými šupinami. Listy jsou spirálně rozmístěné, ve stínu s tenkou čepelí, naopak listy vystavené slunci jsou pevné s čepelí k okraji zdviženou (Úradníček, 2004). Remeš et al. (2004) uvádějí buk jako jednu z hlavních melioračních a zpevňujících dřevin, která se používá v rámci lesního hospodářství České republiky. Šach (2004) charakterizuje meliorační a zpevňující dřeviny vlastnostmi, které zamezují zhoršování zdravotního stavu lesů, zvyšují bezpečnost produkce a snižují produkční ztráty. Podle Ministerstva zemědělství České republiky (2014) roste buk na 8 % plochy porostní půdy.

Na volném prostranství je buk schopen plodit již mezi 20. a 40. rokem, v porostu ovšem ne dříve než v 60 letech. Semenné roky se vyskytují nepravidelně v intervalech po 3 až 8 letech.

Za nepříznivých podmínek může buk plodit pouze jednou za 9 až 12 let. Pod vlivem pozdních mrazů se častěji vykytují nažky s hluchými semeny. Tříhranné nažky, bukvice dozrávají na podzim a hned po dozrání mají výbornou klíčivost. Ta ovšem prudce klesá. V přirozeném prostředí se semena uchovávají na lesní půdě pod vlhkým listím. Přeschlá semena ztrácejí klíčivost úplně. Bukvice mají oříškovitou chuť a jsou jedlé, proto jsou hojně roznášena ptáky a drobnými hlodavci (Chmelař, 1983).

Semenáčky buku jsou nápadné neobyčejně velkými ledvinovitými děložními listy. Primární listy jsou vstřícně postavené a mají laločnatě pilovité okraje. Semenáčky snášejí značné zastínění, ale jsou schopny růst i na plném slunci (Úradníček, 2004).

Kořenový systém u buku můžeme označit za srdčitý. Z mohutného kořenového uzlu pod povrchem vyhání silné kořeny všemi směry do půdy. Proto bývá v půdě velice dobře ukotven a sotva trpí vývraty. U buku spíše dochází ke zlomům způsobených náporem větru (Úradníček, 2004).

Buk je dřevina evropského areálu, která má těžiště rozšíření v západní, střední a jihovýchodní části kontinentu. V severní části kontinentu se vyskytují bučiny od hladiny moře do výšky 200 – 300 m n. m. O něco jižněji se již buk stává dřevinou pahorkatin a ve střední Evropě je to druh nižších horských poloh s optimem rozšíření mezi 400 – 1000 m n. m. Nejvýše buk stoupá na Balkánském, Apeninském a Pyrenejském poloostrově, a to až do výšek 1800 – 2100 m n. m. V těchto polohách buk nesestupuje pod 1000 – 1300 m n. m. (Úradníček, 2004).

Buk je dřevina snášející silný zástin a jen málokterá dřevina užívaná v lesním hospodářství ČR se jí v tomto ohledu vyrovná. Má střední nároky na zásobení půdy vodou. Vyhýbá se jak půdám extrémně zamokřeným, tak půdám vysýchavým. Buk vyhledává živnější půdní podklady a často dává přednost vápencům, pokud je v oblasti dostatek srážek (Úradníček, 2004).

3.9.2. Douglaska tisolistá – *Pseudotsuga menziesie*

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostlin (*Tracheobionta*)

Oddělení: nahosemenné (*Pinophyta*)

Třída: jehličnany (*Pinopsida*)

Řád: borovicotvaré (*Pinales*)

Čeleď: borovicovité (*Pinaceae*)

Rod: Douglaska (*Pseudotsuga*)

(Větvička, 2000)

Douglaska je mohutný strom dosahující výšky 90 m (118 m) a průměru kmene až 5 m. Dlouhověká dřevina, která se dožívá věku více než 500 let. Kmen je rovný, štíhlý, větve vyrůstají téměř horizontálně (Úradníček, 2014). Koruna mladších stromů je kuželovitá (Chmelař, 1990). Kůra je v mládí hladká s pryskyřičnými puchýři. Jehlice jsou jemné, živě zelené a po rozemnutí voní po citrusech. Pupy má douglaska dlouze zašpičatělé. Dřevo rozlišené na jádro a běl a velice pryskyřičnaté (Úradníček, 2014).

Douglaska začíná plodit mezi 20 a 30 rokem života, intervaly mezi semennými roky bývají 3 až 7 let. Strom plodí do vysokého věku, přičemž maximální produkce semen nastává ve 200 – 300 letech. Šišky mají nápadně vyčnívající podpůrné šupiny a po vypadání zůstávají přes zimu na stromě. Semenáčky mívají v prvním roce až 75 % mortalitu, zpočátku rostou zvolna, přírůst se však stupňuje a v 6. až 10. roce začíná dosahovat vysokých hodnot (Úradníček, 2014). Výškový přírůst kulminuje ve 20 – 30 letech, může však být zachován přibližně až do 200 let (Musil a Hamerník, 2007).

Kořenový systém je srdčitého typu s mnoha kořeny, které směřují šikmo do hloubky, tím je dřevina v půdě dobře zakotvena a netrpí vývraty (Úradníček, 2014). Musil a Hamerník (2007) se v tomto shodují a dodávají, že v mládí tvoří dřevina kůlový kořenový systém a na mělkých půdách vytváří plochý kořenový systém. Ještě dodává, že častým jevem je srůstání kořenů.

Douglaska tisolistá je původním druhem v Severní Americe, kde je rozšířená v horách při pobřeží Tichého oceánu. „Areál se rozkládá od Britské Kolumbie na jih přes Kaskádové pohoří až po oblast Monterey v Kalifornii.“ V severní části areálu vystupuje douglaska od

hladiny moře do výše maximálně 1000 m. Směrem k jihu zaujímá postupně stále vyšší polohy a stoupá až do poloh 2200 m. (Úradníček, 2014) V lesích střední a západní Evropy, včetně České republiky, je douglaska nejčastěji pěstovanou a nejlépe se osvědčenou introdukovanou jehličnatou dřevinou. V ČR je vysazena na ploše přibližně 4 tisíc ha (Musil a Hamerník, 2007).

Douglaska je světlomilná dřevina, pouze v mládí snáší boční zástin. Koruny zástin nesnesou a přistíněné větve zasychají. Roste v oblastech s velice vysokými srážkami a vysokou sněhovou pokrývkou. Ovšem v podmínkách České republiky ji těžký sníh poškozuje. Není tolerantní k vysychavým půdám a vyžaduje vysokou vzdušnou vlhkost (Úradníček, 2003). Nejlépe roste v hlubokých hlinitých půdách, které jsou dobře zásobené živinami, propustné a dobře provzdušněné s pH 5 – 6 (Musil a Hamerník, 2007).

3.9.3 Smrk ztepilý – *Picea abies* (L.) KARST.

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: nahosemenné (*Pinophyta*)

Třída: jehličnany (*Pinopsida*)

Řád: borovicotvaré (*Pinales*)

Čeleď: borovicovité (*Pinaceae*)

Rod: smrk (*Picea*)

(Větvíčka, 2000)

Strom velkých rozměrů, který má průběžný přímý kmen a pravidelné přesleny větví. Může dosahovat stáří 350 – 400 let, výšky kolem 50 m a průměru kmene až 1,5 m. Největší jedinci dorůstají objemu přes 30 m³ (Úradníček 2003). Podle Ministerstva zemědělství České republiky (2014) smrk roste na 50,7 % plochy porostní půdy. Přirozené zastoupení smrku je ovšem pouze 11 % (Musil a Hamerník, 2007). Smrk má až do vysokého věku štíhlý, kuželovitý vrchol. Větve hlavních přeslenů bývají nejčastěji mírně nící a na konci často nahoru srpovitě zahnuté. Větvení druhého řádu bývá velmi rozmanité, někdy je zcela převislé, jindy zase deskovitě ploché. Jehličí vytrvává obvykle 6 až 9 let (Úradníček 2003). Jehlice jsou 1 – 2 cm dlouhé, čtyřhranné, tmavozelené lesklé, zřídka nasivělé, na všech stranách se slabě patrnými řadami průduchů (Koblížek, 2006).

(Musil a Hamrník 2007; Úradníček 2003) se shodují, že smrk začíná plodit obvykle kolem 60 roků a semenné roky se opakují po 4 – 5 letech. Pouze výjimečně, většinou na extrémně špatných stanovištích plodí i zcela mladé exempláře. Musil a Hamerník (2007) ještě uvádějí, že u horní hranice lesa plodnost ustává a objevuje se vegetativní rozmnožování.

Semenáček smrku má 5 – 10 štíhlých, nahoru prohnutých děložních lístků a několik primárních jehlic. Děložní lístky opadnou v druhém roce a vyrostou útlé jehlice, které se liší vzhledem od dospělých. Ve třetím roce se začínají tvořit pravidelné přesleny. Výškový přírůst je v prvních letech pozvolný, stupňuje se pomalu a vrcholu dosahuje asi ve 40 letech a končí ve 100 letech (Úradníček 2003).

Smrk je považován za druh s plochým křenovým systémem (Musil a Hamerník, 2007). Podle následujících autorů je smrk brán jako dřevina s kotevním kořenovým systémem Balder (1998), Kiemeier (1996), Mauer a Pejchal (2013),

Musil a Hamerník (2007) a Konôpka (2001) se shodují v tom, že smrk je v půdě nedostatečně zakotvený a z našich dřevin nejnanežněji podléhá bořivým větrům. Nejlabilnější jsou smrkové monokultury na podmáčených půdách. Kořenový systém smrku je značně variabilní a charakteristický jasným odlišením horizontálních a vertikálních kořenů. Při povrchu půdy jsou uloženy silné, talířovitě rozložené kořeny, ze kterých vyrůstají četné tenčí kořeny, či kořenové výběžky, rostoucí nejčastěji svisle dolů, často, pokud to půdní prostředí dovolí, i hluboko. Největší vliv na tvorbu kořenového systému mají půdní podmínky, především obsah kyslíku v půdním vzduchu a obsah živin. Kořínky smrku se vyhýbají půdním vrstvám chudým na kyslík. Nad vysoko položenou hladinou stagnující spodní vody vytváří smrk extrémně plochý kořenový systém (Musil a Hamerník, 2007).

Smrk zaujímá areál nacházející se v severní, střední a jihovýchodní Evropě. Předpokládá se, že dříve existoval jeden společný areál, dnes se ale rozděluje na dvě oblasti, a to oblast Středoevropsko – balkánskou, která je převážně horská, ostrůvkovitá, sledující jednotlivá pohoří a oblast Severoevropskou (Skandinávsko – ruskou), která zaujímá plošně mnohem větší území, než oblast předchozí a odlišuje se především souvislejším výskytem a nižší průměrnou výškou. Co se týče vertikálního rozložení výskytu, je smrk velice variabilní, vyskytuje se od hladiny moře až do 2450 m n. m. V ČR roste nejvýše na Sněžce a to až ve výšce 1550 m n. m., nejnížší přirozenou lokalitou výskytu smrku jsou Labské pískovce v severních Čechách, kde v klimaticky inverzních soutěškách sestupuje až na 140 m n. m. (Musil a Hamerník, 2007).

Úradníček et al. (2009) charakterizují smrk jako světломilnou dřevinu v mládí snášející zástin. Z toho důvodu snadno vniká do porostů jiných dřevin a postupně zaujímá jejich místo. Smrkové porosty mívají plný zápoj a silně zastiňují půdní povrch. Limitujícím faktorem dobrého růstu bývá nedostatek vláhy. Na půdu a geologické podloží nemá smrk velké nároky, na vápencových horninách zřetelně ustupuje buku. Citlivější je k vysokým teplotám a nesnáší nízkou relativní vlhkost vzduchu. Velmi choulostivý je vůči emisím, zejména SO₂.

3.10 Typologické podmínky zájmových ploch

Přírodní podmínky na jednotlivých zkusných plochách jsou charakterizovány souborem lesních typů. Soubor lesních typů je základní nosnou jednotnou typologického systému. V ekologické síti je vymezen lesními vegetačními stupni, které jsou označeny čísly (0 – 9) a edafickými kategoriemi, které jsou označeny velkými písmeny abecedy (A – Z). Základní charakteristiku daného souboru lesních typů je tedy většinou možno odvodit z charakteristiky odpovídajícího lesního vegetačního stupně a z charakteristiky dané ekologické řady a edafické kategorie (Poleno et al. 2007).

Lesní vegetační stupně vyjadřují vertikální členitost vegetace v závislosti na změnách výškového mezoklimatu, jsou tedy charakterizovány určitou klimaxovou vegetací, která je podmíněna výškovým klimatem. „Pro vymezení a označení vegetačního stupně je rozhodující dřevinná skladba klimaxové vegetace na půdách v normálním hydrickém režimu, kdy vegetace využívá jen spadlé atmosférické srážky (Poleno et al. 2007).

Tab. 1: Přehled lesních vegetačních stupňů a jejich klimatická charakteristika v hercynské oblasti (Plíva, 1989)

LVS (označení)	%	Nadmoř. v. (v m n. m.)	Prům. tepl. (v °C)	Roční srážky (v mm)	Vegetač. Doba (dní)
1. dubový	8,30	350	8	600	165
2. bukodubový	14,89	350 - 400	7,5 - 8,0	600 - 650	160 - 165
3. dubobukový	18,41	400 - 550	6,7 - 7,5	650 - 700	150 - 160
4. bukový	5,69	550 - 600	6,5 - 7,5	690 - 800	140 - 150
5. jedlobukový	30,04	600 - 700	5,5 - 6,5	800 - 980	130 - 140
6. smrkobukový	11,95	700 - 900	4,5 - 5,5	900 - 1050	115 - 130
7. bukosmrkový	5,00	900 - 1050	4,0 - 4,5	1050 - 1200	100 - 115
8. smrkový	1,69	1050 - 1350	2,5 - 4,0	1200 - 1500	60 - 100
9. klečový	0,29	1350	2,5	1500	60
0. bory	3,73				

Živná řada sdružuje soubory lesních typů na půdách minerálně středně bohatých až bohatých. Půdy jsou ve většině případů geneticky plně vyvinuté, dobře provzdušněné, převážně s příznivou vlhkostí i dobrou humifikací. Převažují humusové formy mullový moder a moder.

Na této řadě převažují rostlinné druhy mezotrofní (Vorel, 1979). Z živné řady se na zkusných plochách vyskytuje edafická kategorie S – středně bohatá (svěží). Edafická kategorie S tvoří přechod mezi živnou a kyselou řadou. Půdním typem je převážně kambizem modální oligotrofní až mezotrofní. Bonita dřevin je slabě nadprůměrná až průměrná (Poleno et al. 2007).

Půdy v kyselé řadě jsou minerálně chudé až výrazně chudé a kyselé, geneticky vyvinuté, dobře provzdušněné se zhoršenou humifikací. Převládající humusové formy jsou surový moder, mor, výjimečně moder. Po stránce fyzikální mají tyto půdy oproti živné řadě horší vodní režim, což se projevuje v menší schopnosti zadržovat vodu a ve snazším vysychání, zejména v nižších nadmořských výškách. Horší chemické vlastnosti se projevují ve snížené sorpční kapacitě a nižším stupni nasycení půdních koloidů. Převažují zde acidofilní druhy (Vorel, 1979). Z této řady se na zkusných plochách nachází edafická kategorie K – kyselá. Je základní kategorií kyselé řady a charakterizuje její průměrné vlastnosti. Půdy, na kterých se tato edafická kategorie nachází, jsou převážně středně hluboké, s proměnlivou příměsí skeletu. Většinu se jedná o půdy čerstvě vlhké až mírně vlhké. Převažujícím půdním typem je oligotrofní modální kambizem, v 6. LVS kryptopodzol, v 7 a 8 LVS modální horský podzol. Bonita dřevin je průměrná (Poleno et al. 2007).

4 Stanovištní a ekologické podmínky

Všechny zkusné plochy 5K, 5S nacházející se nedaleko obcí Velenov a Horní Štěpánov a 6K, 6S, 7K, 7S nacházející se v oblasti Jeseníků, spadají dle geobiocenologického členění České republiky (Culek, 1996) do hercynské podprovincie. V této podprovincii se vyskytuje biota západní a centrální části střední Evropy. Vegetace je především ovlivněna geologicky starým podložím Českého masívu, které je budováno převážně kyselými krystalickými břidlicemi a hlubinnými vulkanity. Na těchto horninách se vyvinuli především kyselé, na živiny chudé půdy. Na živiny bohatší a bazičtější podklady se zde vyskytují pouze na menších plochách.

Reliéf terénu má z převážné části charakter tektonicky rozlámaného zarovnaného povrchu, zdviženého do různé výše a bývá rozřezán skalnatými údolími řek. Reliéf zde tvoří zpravidla vrchoviny a zdvižené pahorkatiny, pouze místy se zde vyskytují hornatiny. Na plochých úpatích hor a v podmáčených sníženinách jsou častá ložiska humolitů. Podnebí je přechodné, převážně pod oceánickým vlivem, od východu ovlivňované kontinentálními vlivy (Culek, 1996).

Vegetační stupňovitost je zde vyvinuta od 1. dubového vegetačního stupně, který se ostrůvkovitě vyskytuje na jižních svazích nižších poloh, až po 8. subalpínský (klečový) vegetační stupeň, vyskytující se v malých plochách v nejvyšších pohořích, především v Krkonošském bioregionu (Culek, 1996).

4.1 Charakteristika jesenického bioregionu

Zkusné plochy v Jeseníkách spadají do jesenického bioregionu ležícího na pomezí severní Moravy a Slezska, okrajově zasahujícího i do Polska. Jeho plocha v ČR zaujímá 1159 km² (Culek, 1996).

Bioregion zahrnuje členité hornatiny vyskytující se na krystalických břidlicích pestrého složení. Jsou zde zastoupeny vegetační stupně od 4. bukového po 8. subalpínský. Potencionální vegetace je tvořena především květnatými a acidofilními horskými bučinami, které ve vyšších polohách střídají přirozené smrčiny s alpínskými společenstvy a vrchovišti. Biota je velmi bohatá a zahrnuje velmi rozmanité migranty. Charakteristické je především zastoupení (sub-)alpínských a karpatských prvků. Bioregion se nachází v jádru autochtonního sudetského modřínu. Lesy zde tvoří převážně smrkové kultury a vyskytují se zde rozsáhlé zbytky horských bučin, suťových lesů i přežívajících klimaxových smrčín (Culek, 1996).

Dle Quitta (1971) je horská část Jeseníků řazena k chladné oblasti. Konkrétně oblast zkusných ploch do oblasti CH6, která je charakterizována takto: léto je velmi krátké až krátké, mírně chladné, vlhké až velmi vlhké, přechodné období s chladným jarem a mírně chladným podzimem, zima je velmi dlouhá, mírně chladná, vlhká s dlouhým trváním sněhové pokrývky.

4.2 Charakteristika drahanského bioregionu

Bioregion leží na pomezí jižní a střední Moravy, spadá do něj celek Drahanská vrchovina a jižní část celku Zábřežská vrchovina. Bioregion je mírně protažen ve směru S-J a má plochu 1248 km² (Culek, 1996).

Drahanská vrchovina je členitou vrchovinou oválného půdorysu se střední nadmořskou výškou 463 m n. m. (Skořepa, 2006) Bioregion je tvořen monotónními sedimenty kulmu. Biota zde náleží do 3. dubovo – bukového až 5. jedlovo – bukového vegetačního stupně, pouze na okrajích (zejména jihovýchodě a východě) se více uplatňují světlomilné prvky. Potencionální vegetaci tvoří bikové bučiny, v členitějším reliéfu květnaté bučiny. Biodiverzita je zvyšována polohou bioregionu, která se nachází v kontaktu s podprovincií severopanonskou i karpatskou (Culek, 1996).

Oblast, do které spadají zkusné plochy Velenov (5K) a Horní Štěpánov (5S) se dle Quitta (1971) nachází v klimatické oblasti mírně teplé, konkrétně MT3, která je charakterizována takto: krátké léto, mírné až mírně chladné, suché až mírně suché, zima normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá, normální až krátké trvání sněhové pokrývky, přechodná období normální až dlouhá, mírné jaro, mírný podzim.

Tab. 2: Klimatické charakteristiky vybraných jednotek Drahanského a Jesenického bioregionu. (Quitt, 1971)

	CH6	MT3
Počet letních dnů	10-30	20-30
Počet dnů s průměr. tepl. 10 °C a více	120-140	120-140
Počet mrazových dnů	140-160	130-160
Počet lednových dnů	60-70	40-50
Prům. teplota v lednu (°C)	-4 až -5	-3 až -4
Prům. teplota v červenci (°C)	14-15	16-17
Prům. teplota v dubnu (°C)	2-4	6-7
Prům. teplota v říjnu (°C)	5-6	6-7
Prům. počet dnů se srážkami 1 mm a více	140-160	110-120
Srážkový úhrn ve veget. období v mm	600-700	350-450
Srážkový úhrn v zimním období v mm	400-500	250-300
Počet dnů se shňohovou pokrývkou	120-140	60-100
Počet dnů zamračených	150-160	120-150
Počet dnů jasných	40-50	40-50

4.3 Pedologické poměry

V nejvyšších polohách jesenického bioregionu se nacházejí převážně humuso – železité podzoly, místy zamokřené a zrašeliněné, jinak jsou hlavním zástupcem půd kambizemní podzoly (Culek et al. 1996).

Drahanský bioregion je v nejvyšších polohách charakteristický souvislými plochami dystrických kambizemí a hojnějšími ostrovy primárních pseudoglejů na těžších hlínách. Na nižších plošinách a v horních částech okrajových svahů se vyskytují kyselé typické kambizemě, často oglejené (Culek et al. 1996).

4.4 Bližší charakteristika zájmových ploch

V této kapitole bude blíže upřesněno umístění jednotlivých ploch a jejich terénní vlastnosti.

4.4.1 Charakteristika plochy 5K

Plocha 5K se nachází mezi obcemi Velenov a Suchý v okrese Blansko. Plocha leží na GPS souřadnicích 49.4831608N, 16.7439956E. Výzkumná plocha se nachází na rovině a je kryta z jižní strany smrkovým porostem v probírkovém věku a ze západní strany smrkovou kmenovinou (viz Příloha 13)

4.4.2 Charakteristika plochy 5S

Tato plocha leží přibližně 1,5 km západně od obce Horní Štěpánov na GPS souřadnicích 49.5388014N, 16.8048167E. Jedná se o zalesněnou zemědělskou plochu, která slouží především k výzkumným účelům. Zájmové území se nachází na rovině a v blízkém okolí se nenachází žádný lesní porost, který by chránil sazenice před přímým slunečním zářením (viz Příloha 15).

4.4.3 Charakteristika plochy 6K

Výzkumný objekt 6K leží, stejně jako zbývající 3 plochy nedaleko obce Bělá pod Pradědem. Plocha 6K se nachází asi 1,5 km severozápadním směrem od pramene Zaječího potoka. GPS souřadnice jsou 50.1604303N, 17.2229053E. Plocha se nachází na západním svahu se sklonem 11 % a je ze všech stran kryta okolním porostem, který je tvořen smrkovou kmenovinou (viz Příloha 17).

4.4.4 Charakteristika plochy 6S

Stejně jako v předchozím případě se i plocha 6S nachází na západním svahu a je kryta ze všech stran okolním porostem. Přesto na výzkumnou část plochy dopadají v odpoledních hodinách přímé sluneční paprsky. Plocha leží zhruba 1 kilometr severozápadním směrem od

pramene Zaječího potoka a sklon zde dosahuje zhruba 15 % (viz Příloha 19). GPS souřadnice zájmového území jsou 50°9'9.561"N, 17°13'27.094"E. Na této ploše byly sazenice v době měření výrazně přerostlé buřeni (viz Příloha 1)

4.4.5 Charakteristika plochy 7K

Nadmořská výška plochy 7K je 990 m n. m. a je tedy nejnvýše položeným zkoumaným územím. Souřadnice GPS jsou 50°9'16.441"N, 17°13'42.157"E. Plocha leží na jihozápadním svahu se sklonem 25 % a je chráněna vysokým bukovým porostem pouze ze severní a západní strany. Kultura zde tedy není chráněna před přímým slunečním zářením (viz Příloha 21).

4.4.6 Charakteristika plochy 7S

Posledním zájmovým územím je plocha 7S, která se nachází na stejném místě jako plocha 6S, pouze o 300 m výše po svahu. Sklon je zde 26 %. GPS souřadnice jsou 50.1382381N, 17.2286292E. Sazenice zde byly v době měření, stejně jako na ploše 6S přerostlé buřeni (viz Příloha 2). Okolní porost zde ovlivňoval porost pouze ze severní strany, kde se nacházela smrková kmenovina. Na jižní straně plochy byl borový porost ve fázi mlaziny, který svou výškou ještě neovlivňoval sazenice rostoucí na výzkumné ploše.

Podrobná meteorologická data vztahující se k jednotlivým plochám budou zveřejněny v práci Pavla Bastla v roce 2017. Vzhledem k současným složitostem se získáváním meteorologických dat od CHMU byla data vyžádána pouze pro tuto práci.

5 Metodika

Na každé ze šesti výzkumných ploch (viz. Tab. 4) bylo v roce 2014 vysázeno vždy 200 kusů krytokořenných a s 200 kusů prostokořenných sazenic vybraných druhů lesních dřevin. Vysazovány byly krytokořenné sazenice smrku ztepilého (*Picea abies*) s pěstebním vzorcem (fv1+v1), buku lesního (*Fagus sylvatica*) s pěstebním vzorcem (fv1) a douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*) s pěstebním vzorcem (fv1+v1). Srovnávány byly s prostokořennými sazenicemi smrku ztepilého (*Picea abies*) s pěstebním vzorcem (2+2), buku lesního (*Fagus sylvatica*) s pěstebním vzorcem (1-1) a douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*) s pěstebním vzorcem (1+2).

Tab. 3: : Pěstební vzorce vysazovaných variant sadebního materiálu. Legenda: KK – krytokořenný sadební materiál, PK – prostokořenný sadební materiál

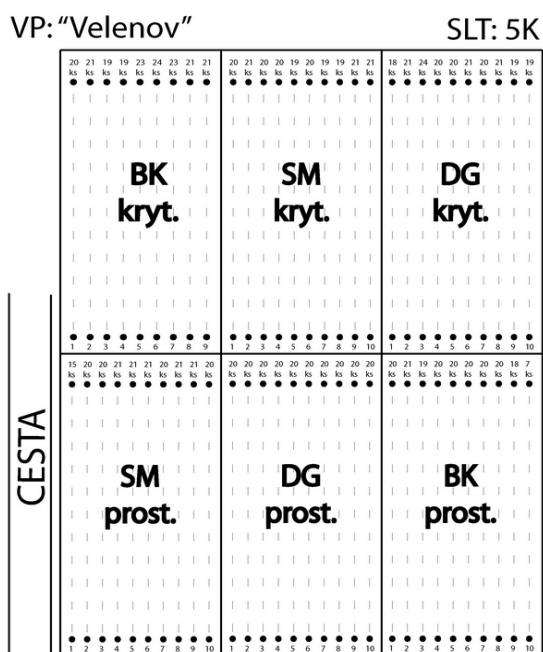
Dřevina	Varianta	
	KK	PK
BK	fv1	1-1
DG	fv1+v1	1+2
SM	fv1+v1	2+2

Všechny výzkumné plochy byly oploceny a o výsadby bylo pečováno standartním způsobem (ochrana proti buření a klikorohu). Na každé ploše bylo zpravidla změřeno 100 životaschopných sazenic z každé varianty. Předmětem analýzy byly především tyto parametry: Výška nadzemní části v roce měření, výška nadzemní části v roce předcházejícím měření, tloušťka kořenového krčku, délka jehlice, délka a šířka listu, tvar koruny, vitalita a poškození biotickými a abiotickými činiteli. Celkem bylo měřeno pouze 3156 jedinců z 3600, kteří měli být měřeni, a to z toho důvodu, že u některých variant byly větší než 50 % ztráty a nemohlo být tedy změřeno všech 100 zamýšlených jedinců.

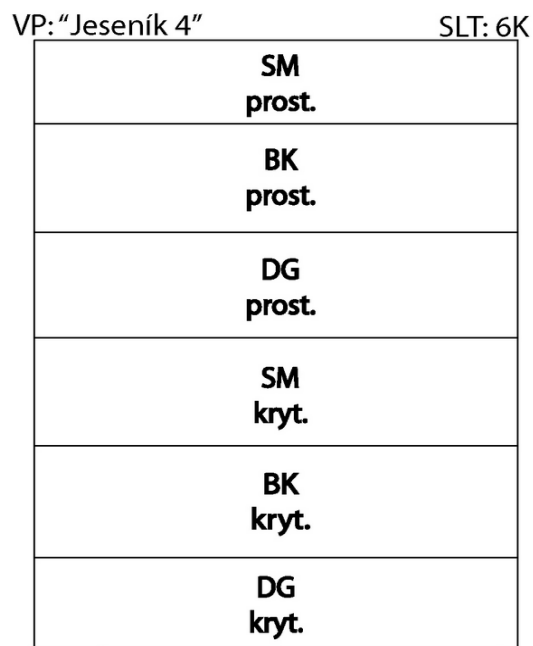
Tab. 4: Základní charakteristiky výzkumných ploch. Legenda: plocha otevřena ze severu (S), z jihu (J), ze západu (Z), z východu (V), plocha otevřena ze všech stran (*)

Region	Název plochy (Clonění sous. por.)	Číslo plochy	Oploceno	SLT	Rok výsadby	Dřevina		
						BK	DG	SM
Boskovice	Horní Štěpánov (*)	1	ANO	5S	2014	ANO	ANO	ANO
Boskovice	Velenov (mírně SZ)	2	ANO	5K	2014	ANO	ANO	ANO
Jeseník	Jeseník 1 (JZ)	3	ANO	7K	2014	ANO	ANO	ANO
Jeseník	Jeseník 2 (JZ)	4	ANO	6S	2014	ANO	ANO	ANO
Jeseník	Jeseník 3 (JZ a SV)	5	ANO	7S	2014	ANO	ANO	ANO
Jeseník	Jeseník 4 (SV)	6	ANO	6K	2014	ANO	ANO	ANO

Ke každé ploše byly při zalesňování vypracovány přehledy umístění jednotlivých variant, kdy na plochách Velenov a Horní Štěpánov byl součástí přehledu i počet řad a počet sazenic v jednotlivých řadách. Tyto přehledy sloužily ke zjednodušení orientace na plochách.



Obr. 1: Příklad situace založení výzkumných ploch v regionu Boskovice



Obr. 2: Příklad situace založení výzkumných ploch v regionu Jeseník

Způsobem, který je znázorněn na Obr. 1 byly zakresleny jednotlivé varianty na plochách 5K a 5S, tento náčrtek je velice podrobný a značným způsobem usnadňoval orientaci na plochách. Naopak na plochách 6K, 6S, 7K a 7S byl náčrtek ploch velmi zjednodušen (viz. Obr. 2). Tato skutečnost je dána tím, že u některých variant, především na plochách 6S a 7K, by bylo z důvodu členitosti terénu složité jednotlivé řady zakreslit.

5.1 Terénní metodika

Terénní šetření probíhalo od 26. 8. 2015 do 30. 8. 2015, tedy až po skončení přírůstu. Data naměřena na jednotlivých plochách byla zapisována do zápisníku, který byl rozdělen do sloupců, počet sloupců odpovídal množství měřených veličin. Za hodinu byl možno změřit přibližně 100 sazenic. Rychlost měření se odvíjela od podmínek na ploše a druhu měřené dřeviny. Nejrychlejší měření bylo u smrku ztepilého, nejpomalejší pak buku lesního. V rámci výzkumného projektu byly měřeny tyto parametry:

- Výška nadzemní části v předchozím roce: Výška v cm byla měřena od povrchu půdy po jizvu značící poslední přírůst – tento parametr sloužil pouze k výpočtu přírůstu za rok 2015.

- Výška nadzemní části 2015: Výška v cm byla změřena od povrchu půdy po vrchol terminálního pupenu. V případě suchého vrcholu byl změřen suchý vrchol až po jeho horní hranici a zapsán do sloupce suchý vrchol ano.
- Délka bočního přírůstu: Délka nejdelšího bočního přírůstu měřena od jizvy značící poslední přírůst až po koncový pupen přírůstu.
- Šířka koruny: Šířka koruny byla měřena (v cm) jako průměrný půdorys koruny sazenice, tj. změříme průměrnou šířku koruny sazenice
- Tvar koruny: Tvar koruny hodnotíme dle následujících tříd: **kulovitá, válcovitá, vejčitá, opakvejčitá, trojúhelníkovitá a jednoduchá.**
- Výška nasazení dvojáku (popř. trojáku): Byla měřena (v cm) od země do začátku vidlice.
- Odklon osy kmínku od svislé osy: Je vzdálenost (v cm), kterou měříme ve výšce terminálního pupene mezi prodlouženou ideální svislou osou kmínku od kořenového krčku a skutečným odklonem kmínku.
- Délka a šířka listu (jehlice): Délka listu byla měřena odlišně u jehličnanů a odlišně u listnáčů. U listnáčů měříme 1 největší list a u jehličnanů 3 nejdelší jehlice. Měření šířky u listnáčů probíhá v nejširší části čepele stejného listu, který je vybrán pro měření délky. U jehličnanů byla měřena pouze délku jehlic. Délka listu je měřena od vrcholu po bázi čepele listu (bez řapíku). Hodnoty jsou udávány v mm
- Průměr kořenového krčku: Měří se těsně nad místem styku kmínku s půdou (barevný přechod mezi nadzemní a podzemní částí rostliny). Posuvné měřítko bylo vždy přiloženo kolmo na osu kmínku, aby nedošlo k naměření chybných údajů.
- Přímost (zvlněnost) kmínku rostliny: Hodnoceny byly tři stupně přímosti kmínku: kmínek přímý, kmínek zvlněný do 3 průměrů kmínku a kmínek zvlněný nad 3 průměry kmínku.
- Vícečetný vrchol: Hodnotí se výskyt vícečetného vrcholu způsobeného jánským přírůstem
- Vitalita rostliny: Hodnotí se dle barvy listů (jehlic), která se nachází na většině rostliny. Hodnotí se ve třech stupních: 1. tmavě zelená, 2. světle zelená, 3. žlutá
- Poškození okusem terminálu: Poškození okusem terminálu v terénu hodnotíme vizuálně. Pokud terminál chyběl v důsledku poškození zvěří, bylo poškození zapsáno do příslušné kolonky v zápisníku.
- Mortalita: Počet uhynulých rostlin. Za mortalitu nebylo považováno, když sazenice chyběla, nebo byla vyžnuta.

5.2 Zpracování dat

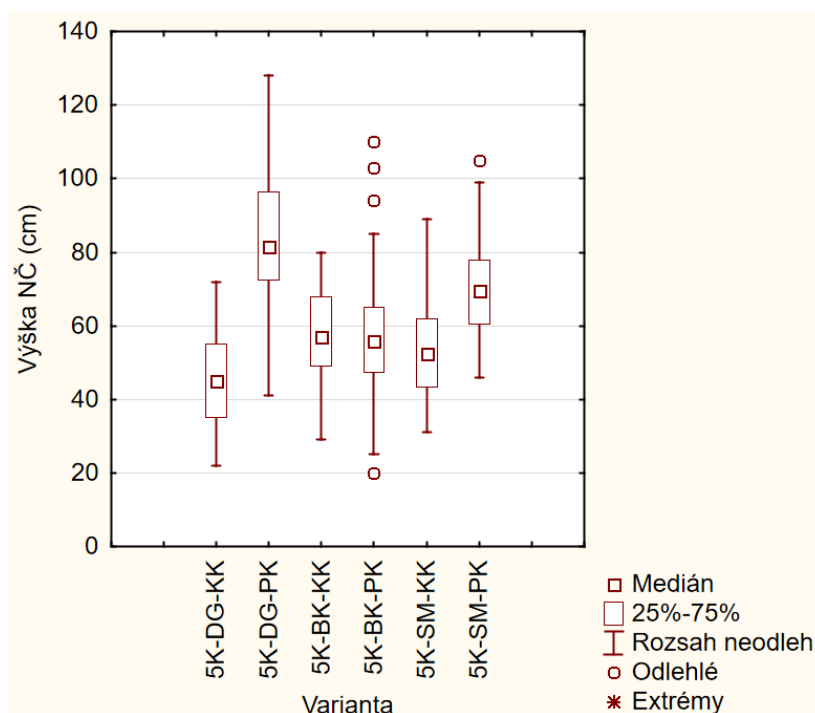
Po naměření všech dat byla data z terénních zápisníků přepsána do tabulek formátu xls. Data vztahující se k odklonu od osy kmínku byla v programu Excel 2013 pomocí goniometrické funkce tangens převedena na stupně. V tomto programu byl ještě počítán přírůst za rok 2015. Tento parametr byl spočítán jako rozdíl výšky rostlin v roce 2015 a v roce 2014. Poté byla data postupně vkládána do programu Statistica kde došlo k jejich vyhodnocení. Data vztahující se k výšce nadzemní části, hodnotám přírůstu, délce a šířce asimilačního aparátu, tloušťce kořenového krčku, výšce nasazení dvojáku a odklonu od osy kmínku byla zpracovávána pomocí krabicových grafů. Krabicové grafy umožňují posouzení dat pomocí robustního odhadu mediánu, dále umožňují posoudit symetrii a variabilitu datového souboru a odlehlých či extrémních hodnot. Krabicové grafy nám tedy pomáhají odhalit vybočující a extrémní hodnoty v datovém souboru. Data týkající se vitality byla vyhodnocena pomocí histogramu, který vyjádřil zastoupení jednotlivých hodnot v datovém souboru. Data vztahující se k mortalitě, výskytu dvojáků, tvaru koruny a poškození biotickými a abiotickými činiteli byla vyhodnocena pomocí tabulek vytvořených v programu Excel 2013.

6 Analýza výsledků

Z naměřených hodnot byla v rámci bakalářské práce využita a vyhodnocena data týkající se mortality, vitality, výšky nadzemní části, přírůstu nadzemní části, tloušťky kořenového krčku, délky jehlic, délky a šířky listu, tvaru koruny, výskytu dvojáků, odklonu od osy kmínku a vyhodnocení poškození biotickými a abiotickými činiteli.

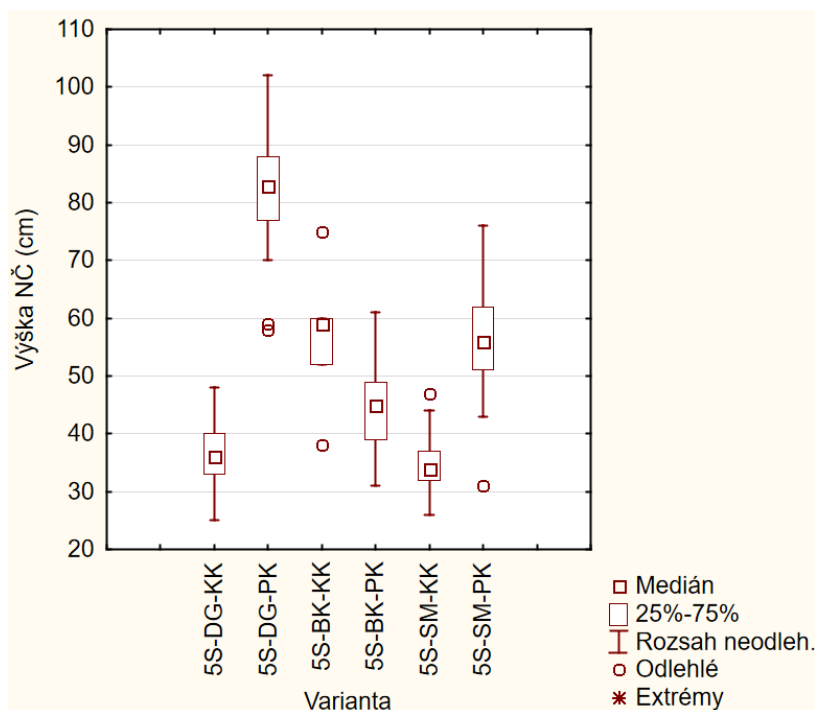
6.1 Vyhodnocení výšek nadzemní části v roce měření

V této kapitole budou pomocí grafů vyhodnocena data vztahující se k výšce nadzemní části. Na ose Y je výška nadzemní části (v cm) v roce 2015. Na ose X jsou jednotlivé varianty krytokořenného sadebního materiálu (dále jen KK SAMA) a prostokořenného sadebního materiálu (dále jen PK SAMA). Data byla analyzována za každou plochu samostatně. Analyzované plochy tedy byly: 5K (Velenov), 5S (Horní Štěpánov), 6K (Jeseník 4), 6S (Jeseník 2), 7K (Jeseník 1) a 7S (Jeseník 3).



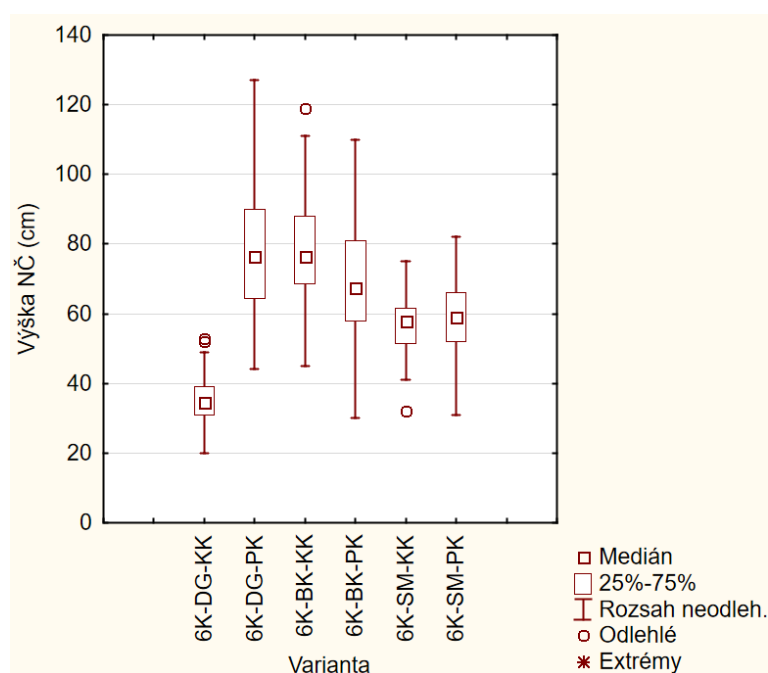
Obr. 1: Graf výšek nadzemní části na ploše 5K

Z Obr. 3 vyplývá, že na ploše 5K je největší rozdíl mezi KK SAMA a PK SAMA u douglasky, jednotlivé varianty se liší bezmála o 40 cm. Tento rozdíl může být vysvětlen vospělostí sadebního materiálu (viz Tab. 3). Dále z grafu lze vyčíst, že mezi KK SAMA a PK SAMA u smrku je rozdíl přibližně 15 cm.



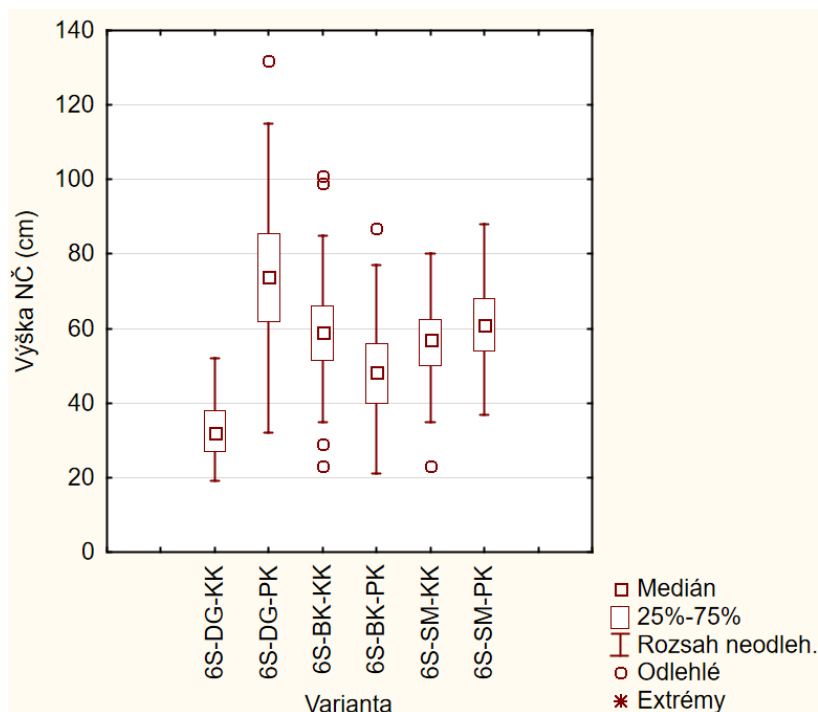
Obr. 2: Graf výšek nadzemní části na ploše 5S

Z výše uvedeného grafu (Obr. 4) vyplývá značná variabilita výšky nadzemní části u všech dřevin na ploše 5S. Výsledky na této ploše byly ovlivněny i značným procentem mortality a tím způsobeným nedostatečným množstvím měřených jedinců. Největší rozdíl je jako v předchozím případě u douglasky, PK SAMA dosahuje o 46 cm větší výšky než KK SAMA. KK SAMA buku dosahuje výšky nadzemní části 59 cm a PK SAMA pouze 45 cm. U smrku dosahuje větší výšky nadzemní části PK SAMA a to o 20 cm ve srovnání s KK SAMA.



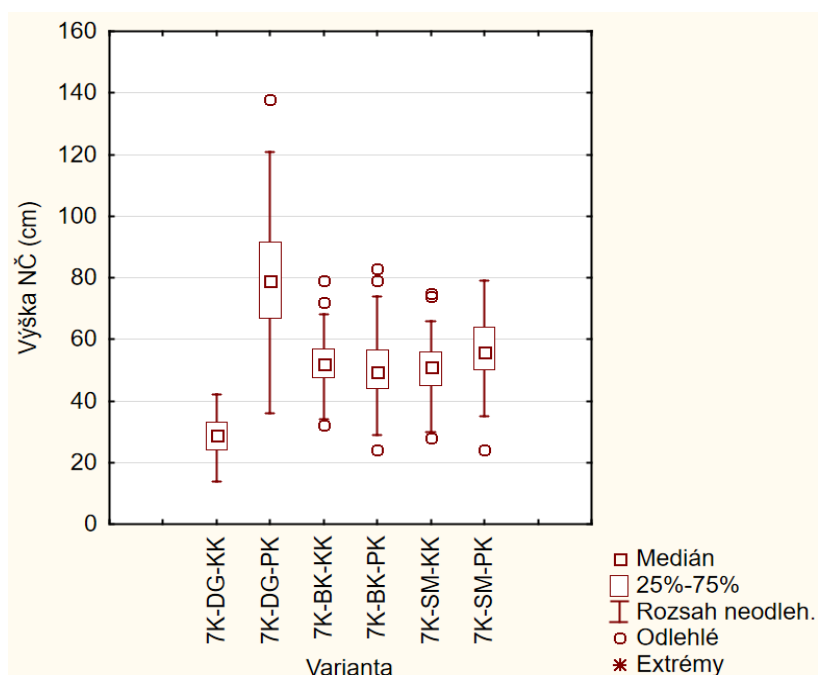
Obr. 3: Graf výšek nadzemní části na ploše 6K

Na ploše 6K můžeme vidět (viz Obr. 5) opět výrazný rozdíl mezi PK a KK SAMA u douglasky. Rozdíl je srovnatelný s plochou 5S (viz. Obr. 4) a činí 40 cm. U buku je medián hodnoty přírůstu vyšší u KK SAMA a u PK SAMA si lze všimnout většího rozptylu jednotlivých měřených hodnot. U smrku jsou hodnoty vyrovnané.



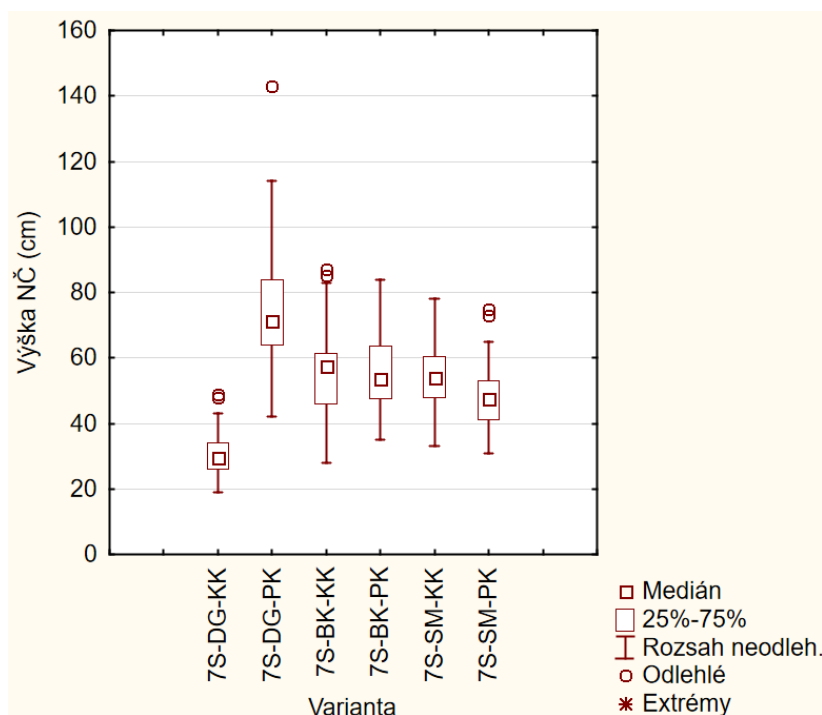
Obr. 4: Graf výšek nadzemní části na ploše 6S

Na této ploše je nižší PK SAMA buku a to o 10 cm. Již tradičně je patrný výrazný rozdíl mezi oběma variantami douglasky, který je stejně jako v předchozích případech přibližně 40 cm.



Obr. 5: Graf výšek nadzemní části na ploše 7K

Obr. 5 vypovídá o tom, že hodnoty jednotlivých variant u smrku a buku jsou vyrovnané. Jedinou dřevinou, u které se výška nadzemní části liší, je opět douglaska. Rozdíl je 50 cm ve prospěch PK SAMA a je tedy větší než na předcházejících plochách.



Obr. 6: Graf výšek nadzemní části na ploše 7S

Na ploše 7S ve výšce nadzemní části mírně zaostává PK SAMA smrku oproti KK SAMA. U buku jsou mediány hodnot vyrovnané. U douglasky lze již tradičně spatřit rozdíl ve výšce nadzemní části.

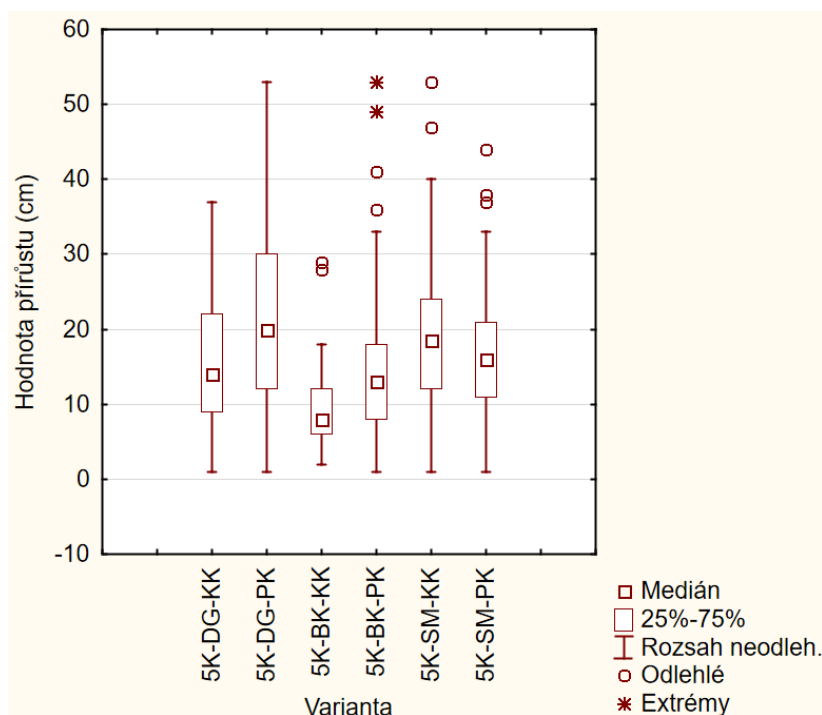
Z výše uvedených grafů lze vyčíst rozdíl ve výšce nadzemní části mezi KK SAMA a PK SAMA u douglasky, který je výrazný na všech plochách. Největší rozdíl byl na měření na ploše 7K a dosahoval 50 cm. Dále je možné si všimnout vyrovnanosti jednotlivých měřených výšek u KK SAMA smrku, která vyplývá z malého rozsahu neodlehlých hodnot. KK SAMA smrku 1. rok po výsadbě zaostává za PK SAMA na plochách 5K a 5S, jinak jsou hodnoty vyrovnané.

Největší vyrovnanost středních hodnot dosáhly SAMA smrku a buku na plochách 7K a 7S, kdy byla dosažena i největší vyrovnanost jednotlivých měřených hodnot, jak vyplývá z rozsahu neodlehlých hodnot.

S ohledem na krátkou dobu sledování a velmi krátkou dobu po výsadbě z grafů nelze vyčíst výraznou závislost výšek rostlin na nadmořské výšce jednotlivých ploch.

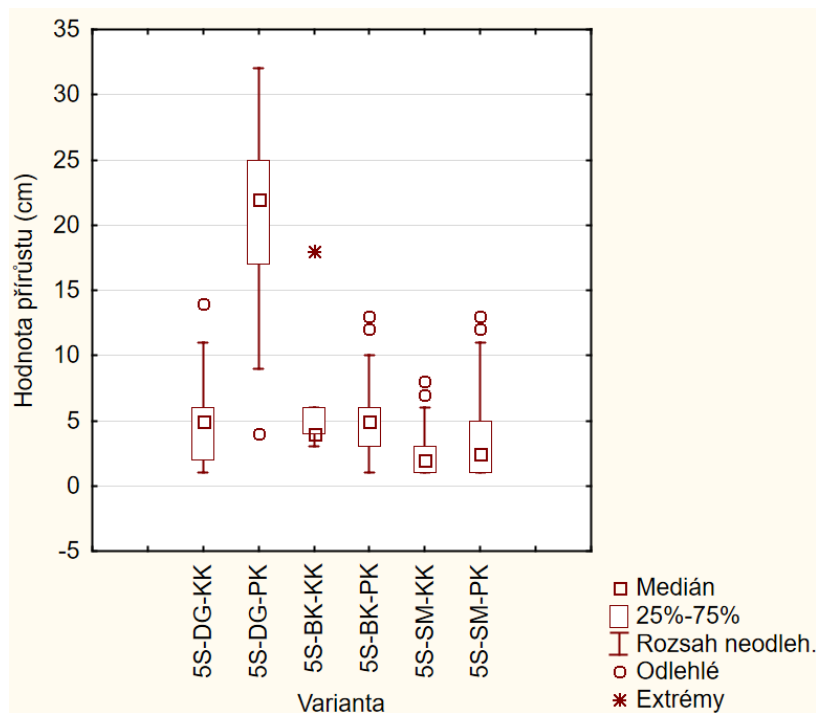
6.2 Vyhodnocení hodnot terminálního přírůstu

Tato kapitola je věnována vyhodnocení hodnot terminálního přírůstu. Data byla opět vyhodnocována pro každou plochu samostatně.



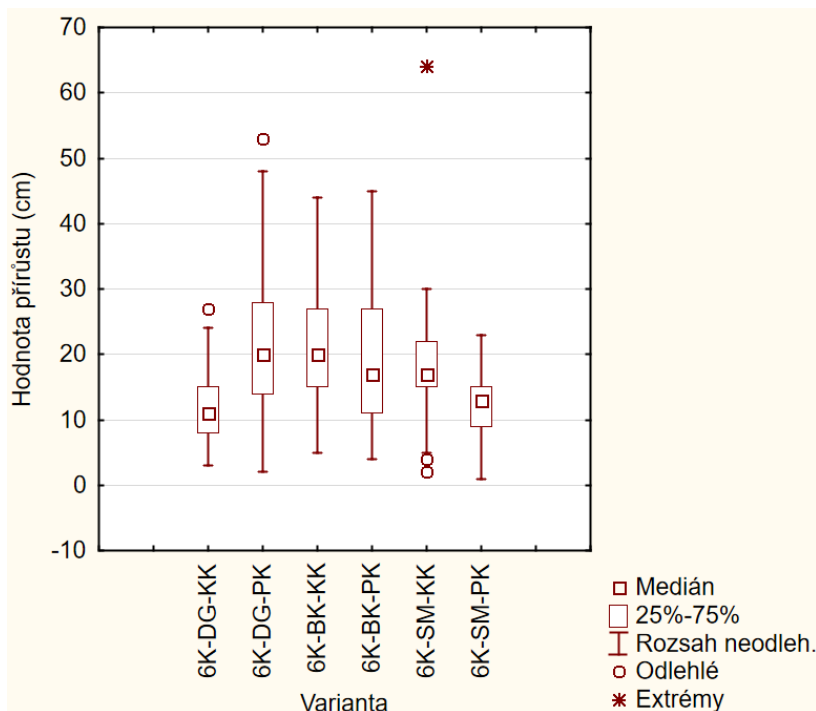
Obr. 7: Graf hodnot přírůstu terminálu na ploše 5K

Jednotlivé měřené hodnoty přírůstu se pohybují od 0 cm až do téměř 55 cm. Nejnižšího středního přírůstu dosahuje KK SAMA buku a to pouze 7 cm, naopak nejvyšší medián přírůstu byl naměřen u PK SAMA douglasky, který dosahoval hodnoty 20 cm. U Smrku mírně dominuje KK SAMA.



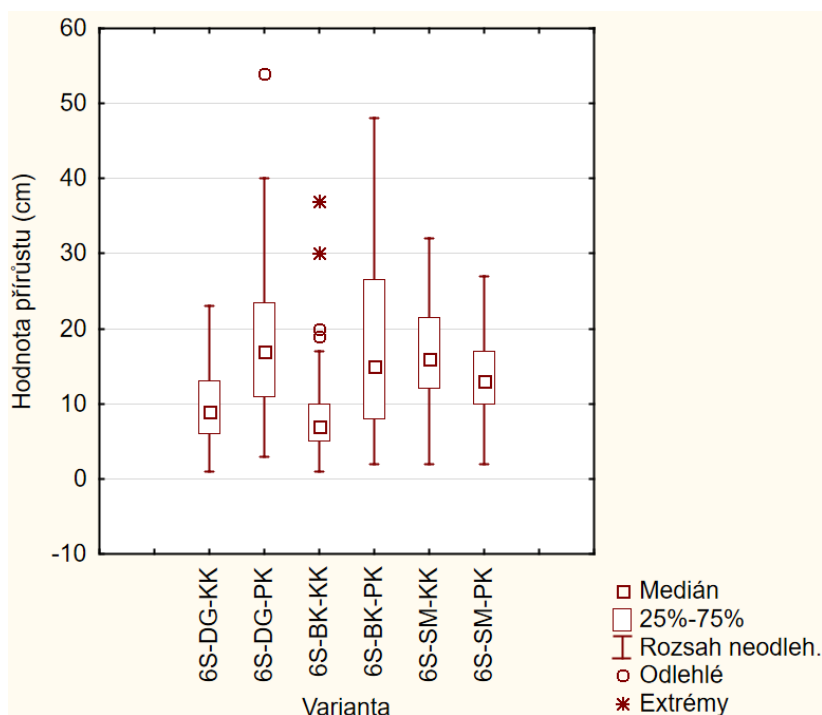
Obr. 8: Graf hodnot přírůstu terminálu na ploše 5S

Na ploše 5S jsou hodnoty přírůstu nejnižší ze všech měřených ploch. Naměřené hodnoty přírůstu jsou také ovlivněny procentem mortality na této ploše a s tím souvisejícím nízkým počtem měřených jedinců. Nejvyšší hodnoty přírůstu dosáhl PK SAMA douglasky, pouze u této varianty je hodnota přírůstu srovnatelná s výsledky na předchozí ploše (viz Obr. 9). Nejnižších hodnot na této ploše bylo dosaženo u SAMA smrku.



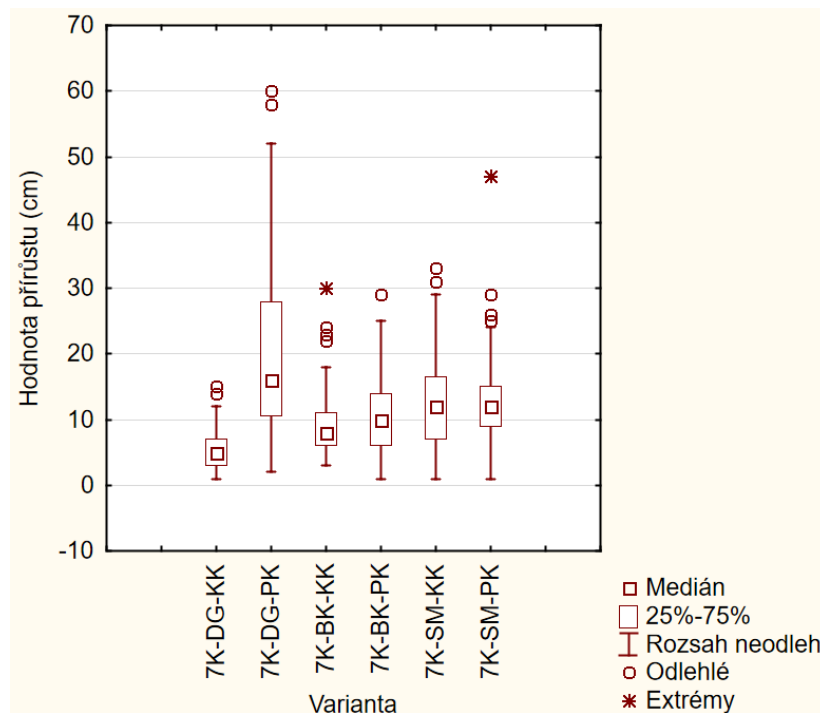
Obr. 9: Graf hodnot přírůstu terminálu na ploše 6K

Z Obr. 9 lze vyčíst, že přírůsty u všech variant se pohybují v rozpětí 10 cm. Nejnižší hodnoty byly naměřeny u KK SAMA douglasky a PK SAMA smrku. Nejmenšího rozdílu mezi KK SAMA a PK SAMA bylo dosaženo u buku a to pouze 3 cm.



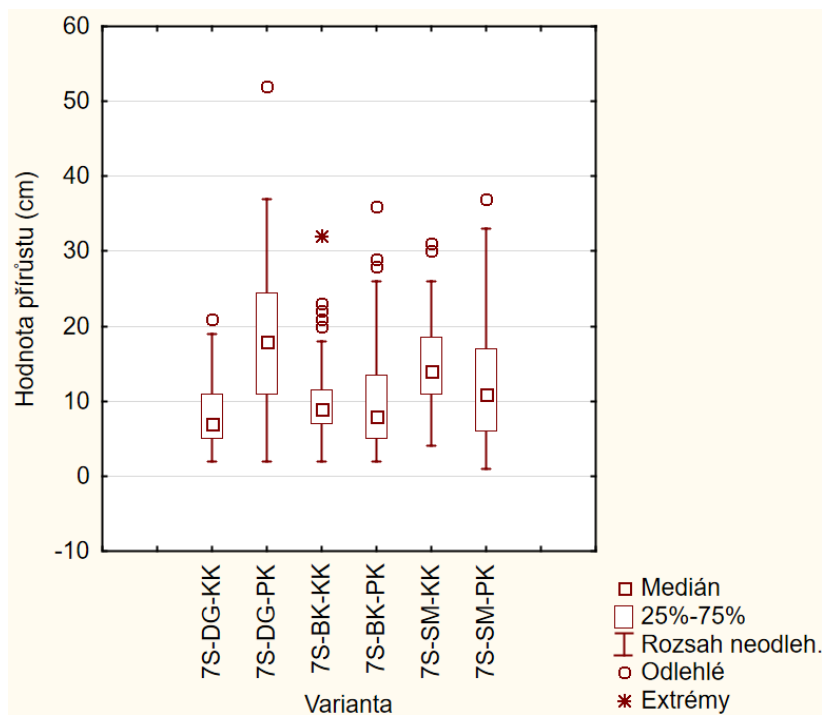
Obr. 10: Graf hodnot přírůstu terminálu na ploše 6S

Na rozdíl od předchozí plochy (viz Obr. 9) není na ploše 6S nejvyrovnanější SAMA buku, ale SAMA smrku, u kterého pouze nevýrazně dominuje KK SAMA. U buku naopak KK SAMA zaostává za PK SAMA o 7 cm. U douglasky je také rozdíl 7 cm, ale ve prospěch PK SAMA.



Obr. 11: Graf přírůstu nadzemní části na ploše 7K

Na ploše 7K dosahuje přírůst nižších hodnot v porovnání s předchozí plochou 6S. Střední hodnoty se pohybují od 5 cm do přibližně 16 cm. Dominuje PK SAMA douglasky s hodnotou přírůstu 16 cm, naopak KK SAMA douglasky dosahuje přírůstu pouze 5cm. U ostatních dřevin si lze všimnout vyrovnanosti přírůstu mezi KK SAMA a PK SAMA.



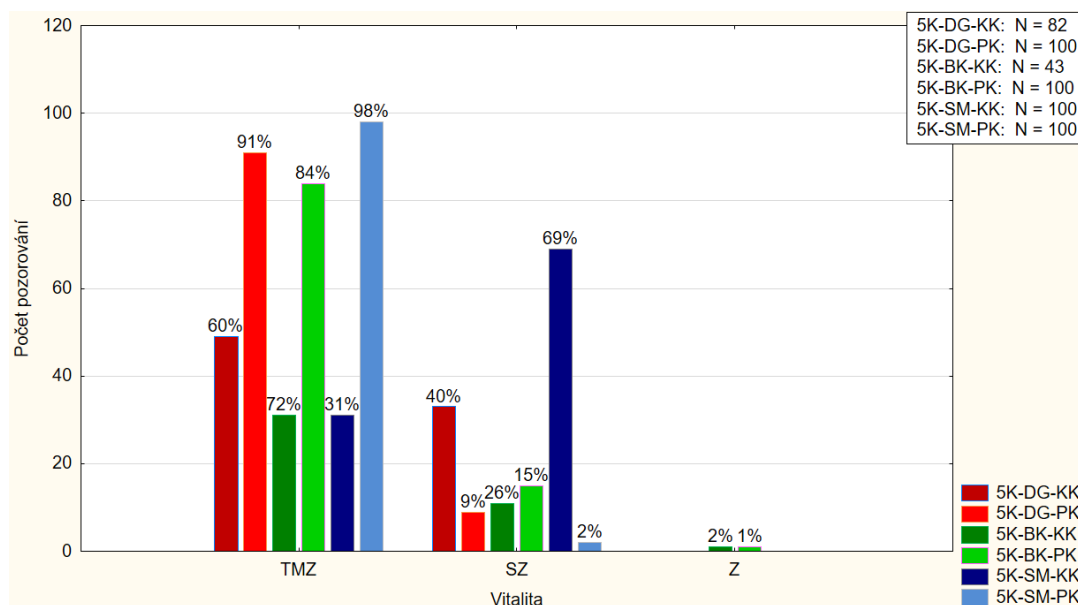
Obr. 12: Graf hodnot přírůstu terminálu na ploše 7S

Na Obr. 12 je patrné, že nejnižšího přírůstu dosáhl KK SAMA douglasky a PK SAMA buku. Nejvyšší střední hodnota přírůstu, 18 cm byla naměřena u PK SAMA douglasky a nejnižší, 7 cm byla naměřena u KK SAMA douglasky. U smrku dosáhl o 3 cm lepších výsledků KK SAMA.

Z grafů týkajících se terminálního přírůstu za rok 2015 lze vyčíst nejvýraznější rozdíl mezi KK SAMA a PK SAMA u douglasky tisolisté, rozdíl je na všech plochách přibližně stejný a pohybuje se okolo 10 cm, pouze na ploše 5S dosahuje téměř 20 cm ve prospěch PK SAMA. U buku jsou rozdíly mezi obalovanou a prostokořennou sadbou minimální, pouze na plochách 5K a 6S dosahuje PK SAMA o 5 cm většího přírůstu. U smrku na všech plochách v 1. roce po výsadbě odrůstal rychleji KK SAMA. Nejvyšší rozdíl mezi variantami je ovšem pouze 5 cm. V 7. LVS si lze všimnout nižších středních hodnot přírůstu, než v nižších polohách. Pouze PK SAMA douglasky tisolisté odrůstá ve všech LVS téměř stejně.

6.3 Vyhodnocení vitality

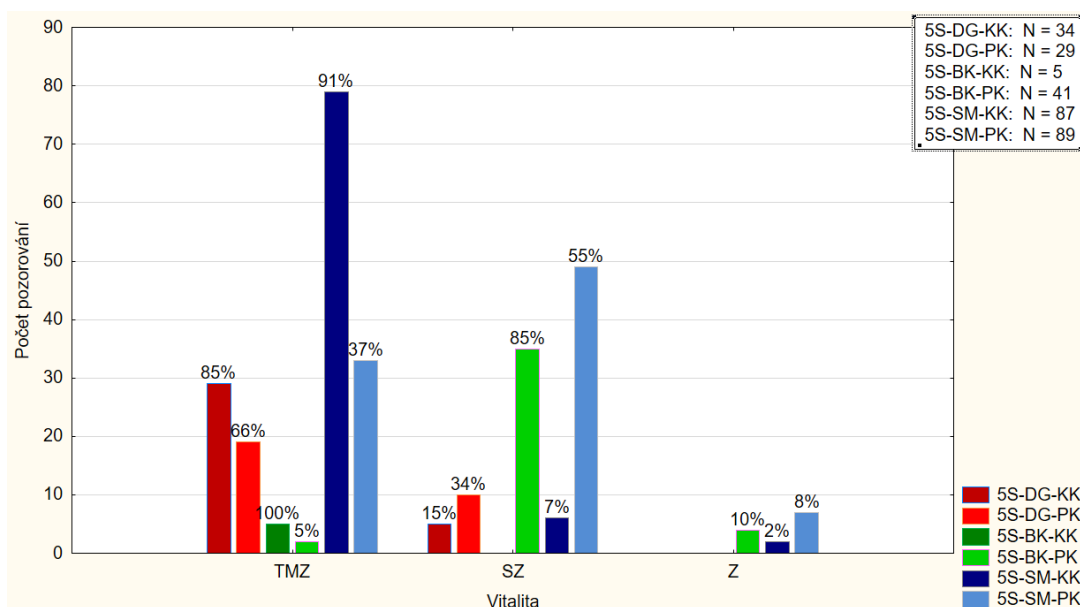
Tato kapitola bude věnována porovnání vitality (barvy) sazenic mezi jednotlivými variantami. K porovnání slouží histogram s barevně odlišenými sloupci, kdy každý sloupec reprezentuje právě jednu variantu. Na ose Y se nachází počet pozorovaných jedinců a na ploše X varianta SAMA. Tabulka v pravém horním rohu znázorňuje počet zkoumaných sazenic.



Obr. 13: Graf vitality jednotlivých variant na ploše 5K. Legenda: TMZ tmavě zelená, SZ světle zelená, Z žlutá

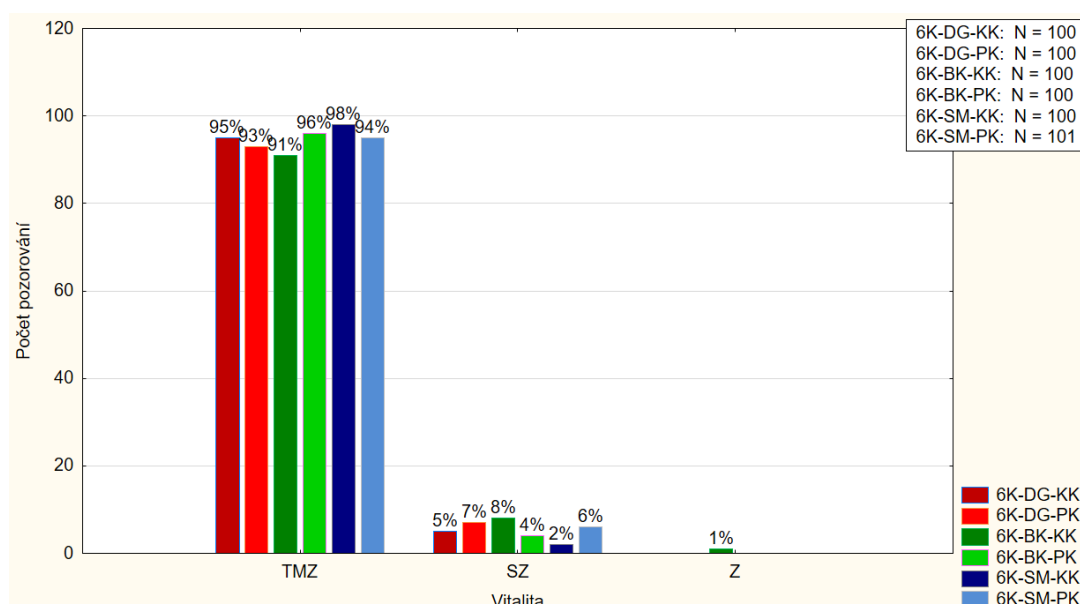
Z Obr. 13 vyplývá, že u KK SAMA všech dřevin se vyskytuje více jedinců se světle zeleným zbarvením asimilačního aparátu. Nejvyšší procento výskytu je u smrku a to 69 %. Z výsledků lze zjistit, že PK SAMA je po výsadbě v lepším zdravotním stavu než KK SAMA.

Z tabulky v pravém horním rohu grafu je patrné, že u KK SAMA duglasky a KK SAMA buku přesahovaly ztráty 50 % ztrát a nemohlo být změřeno plánovaných 100 ks sazenic.



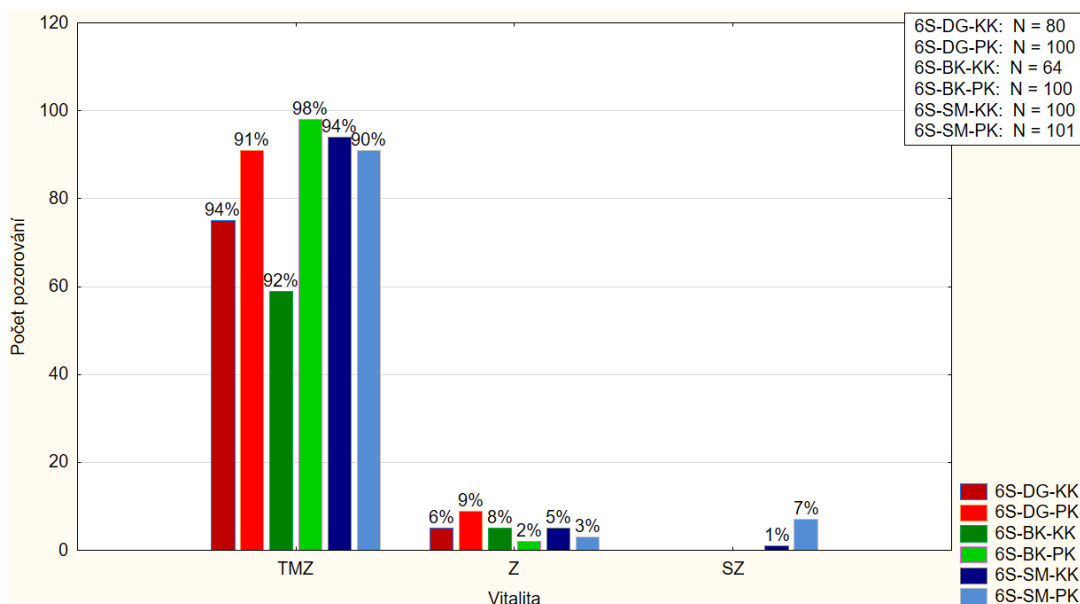
Obr. 14: Graf vitality jednotlivých variant na ploše 5S. Legenda: TMZ tmavě zelená, SZ světle zelená, Z žlutá

Na ploše 5S je zbarvení jedinců velice variabilní s výjimkou KK SAMA smrku, kde převažuje tmavě zelené zbarvení. Nejvyššího výskytu jedinců se světle zeleným asimilačním aparátem značící zhoršený zdravotní stav rostliny bylo zjištěno u PK SAMA buku a PK SAMA smrku. Jak je patrné z tabulky v pravém horním rohu grafu, výsledky jsou ovlivněny velice nízkým počtem měřených jedinců.



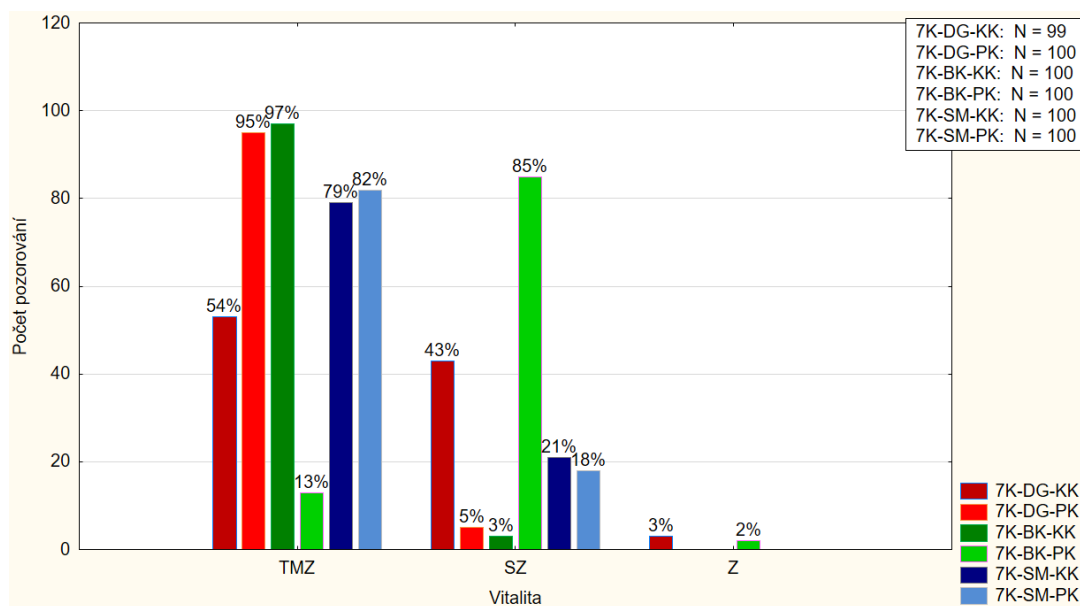
Obr. 15: Graf vitality jednotlivých variant na ploše 6K. Legenda: TMZ tmavě zelená, SZ světle zelená, Z žlutá

Z Obr. 15 lze vyčíst, že většina měřených jedinců má tmavě zelenou barvu. To napovídá, že všechny varianty SAMA na ploše 6K jsou v dobrém zdravotním stavu.



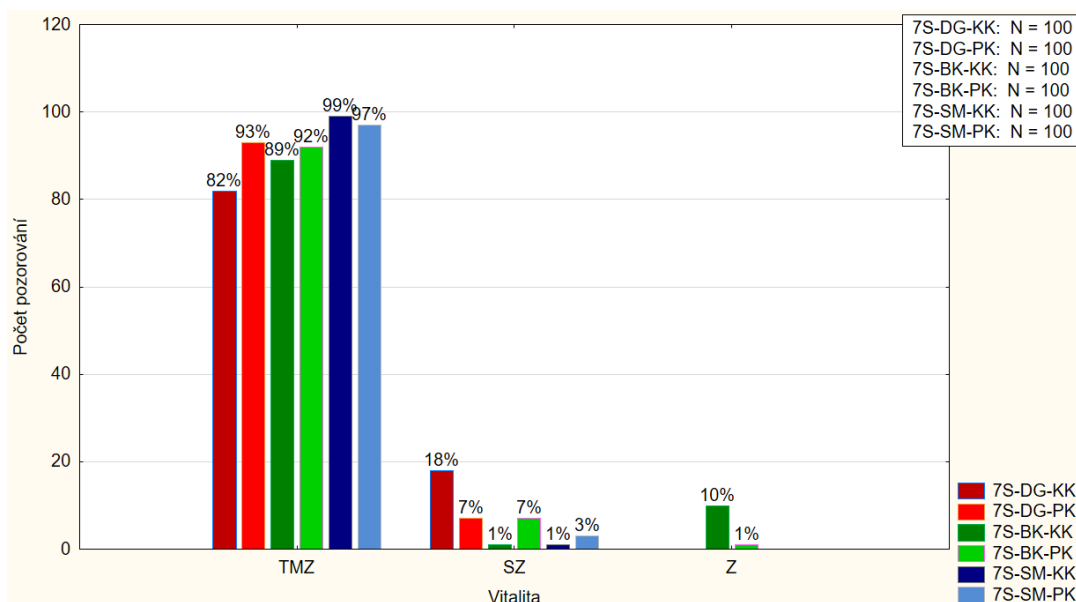
Obr. 16: Graf vitality jednotlivých variant na ploše 6S. Legenda: TMZ tmavě zelená, SZ světle zelená, Z žlutá

Stejně jako v předchozím případě má u všech variant více než 90 % jedinců tmavě zelenou barvu. Tato barva asimilačního aparátu značí dobrý zdravotní stav sazenic. Lze si všimnout, že u KK SAMA douglasky a KK SAMA buku nebylo změřeno všech plánovaných 100 sazenic.



Obr. 17: Graf vitality jednotlivých variant na ploše 7K. Legenda: TMZ tmavě zelená, SZ světle zelená, Z žlutá

Z výsledků tohoto grafu je patrné, že na ploše 7K je značná barevná variabilita jedinců. Nejvíce jedinců s oslabenou vitalitou, napovídající o zhoršeném zdravotním stavu rostlin, se nachází u PK SAMA buku a to 85%, dále pak u KK SAMA douglasky 43 % a smrku 21 %.



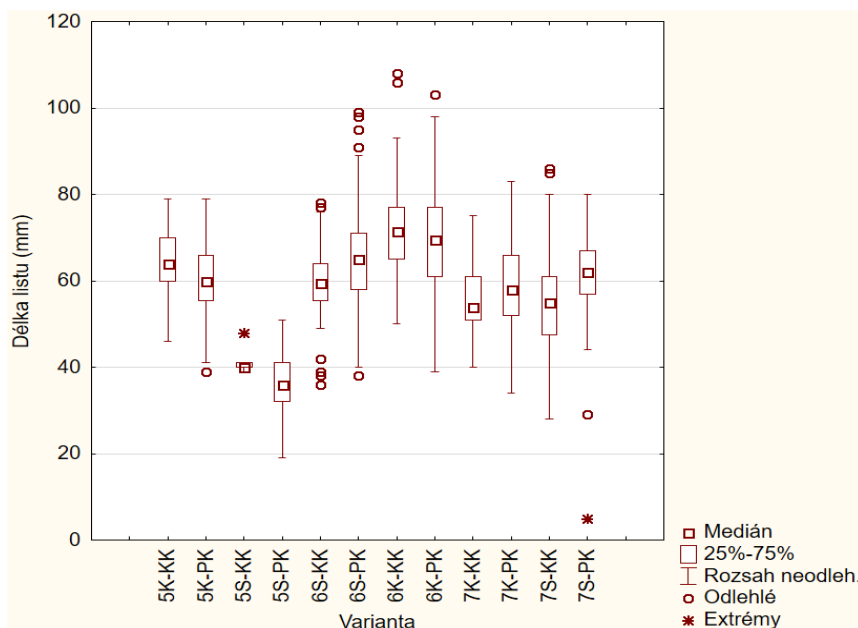
Obr. 18: Graf vitality jednotlivých variant na ploše 7S. Legenda: TMZ tmavě zelená, SZ světle zelená, Z žlutá

Na ploše 7S má většina sazenic zkoumaných variant tmavě zelenou barvu vypovídající o jejich dobrém zdravotním stavu. Pouze u KK SAMA douglasky se vyskytuje 18 % jedinců, kteří mají světle zelenou barvu asimilačního aparátu značící zhoršený zdravotní stav. Od ostatních variant se liší i KK SAMA buku, u kterého má 10 % jedinců žlutou barvu listů. Tato barva vypovídá o špatném zdravotním stavu sazenic.

Z dosažených výsledků nelze jednoznačně určit, že je výrazný rozdíl ve vitalitě a s ní souvisejícím zdravotním stavem sazenic, mezi krytokořenným a prostokořenným sadebním materiálem.

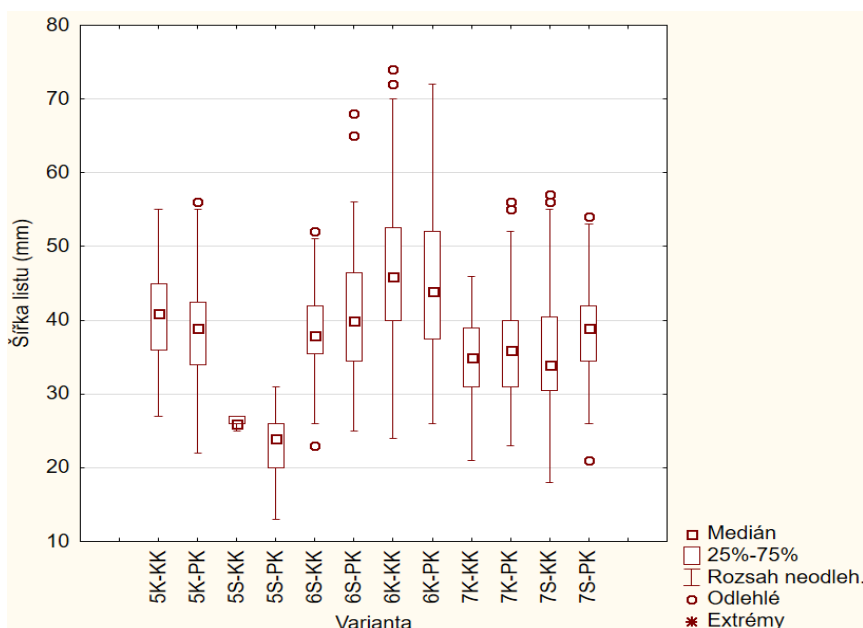
6.4 Vyhodnocení délky asimilačního aparátu

Tato kapitola je zaměřena na vyhodnocení délky jehlice u smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) KARST.) a douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesie*) a délky a šířky listu u buku lesního (*Fagus sylvatica* L.). Hodnoceny byly vždy samostatně jednotlivé dřeviny, ale za obě varianty a všechny plochy společně.



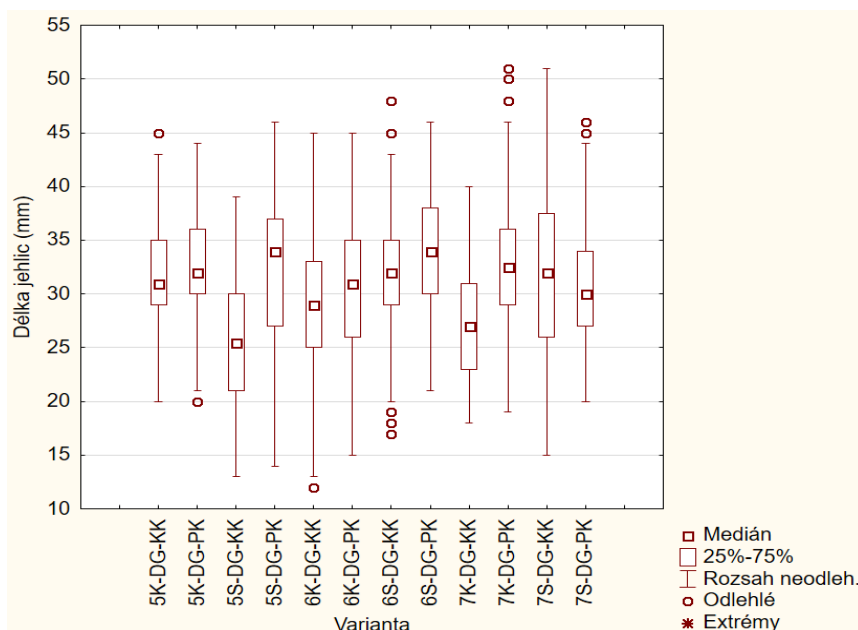
Obr. 19: Graf délky listu buku lesního

Z Obr. 19 je patrné, že se mezi PP SAMA a KK SAMA na jedné ploše nevyskytují výrazné rozdíly. Rozdíl v délce listu lze sledovat v porovnání jednotlivých ploch. Nejdelší listy, přibližně 70 mm, měly sazenice na ploše 6K. Naopak nejmenší délky byla naměřena na ploše 5S a to 40 mm.



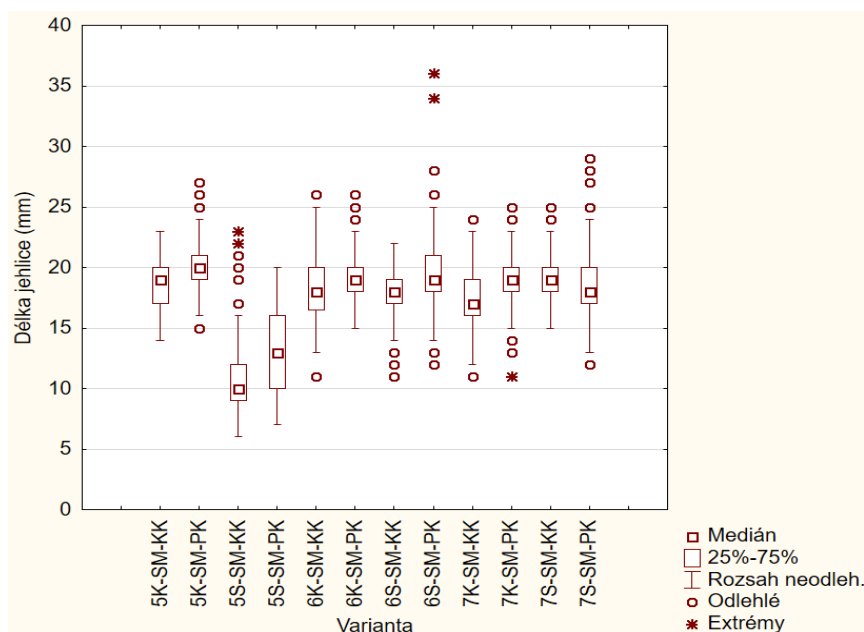
Obr. 20: Graf šířky listu buku lesního

Z Obr. 20 je patrná návaznost šířky listu a délky listu (viz Obr. 21). Opět jsou jednotlivé varianty na stejných plochách vyrovnané. Rozdíly jsou patrné pouze mezi jednotlivými plochami.



Obr. 21: Graf délky jehlic u douglasky tisolisté

Z Obr. 23 je na první pohled patrný značný rozsah neodlehlých hodnot, který značí velký rozptyl jednotlivých měření jehlic. Na plochách v 6. LVS a na ploše 5K není výrazný rozdíl v délkách jehlice mezi KK SAMA a PK SAMA. Nejvýraznější propad délky listu u KK SAMA je na plochách 5S a 7K. Naopak PK SAMA na ploše 7S dosahuje menší délky jehlic než KK SAMA.



Obr. 22: Graf délky jehlic u smrku ztepilého

Na Obr. 24 si lze všimnout, že střední hodnota délky jehlic se na všech plochách, s výjimkou plochy 5S, pohybuje v rozmezí pouze 3 mm. I mezi oběma variantami na jednotlivých plochách jsou zanedbatelné rozdíly. Na ploše 5S jsou jehlice o 5 mm až 10 mm

kratší v porovnání s plochou 5K. Z grafu je také patrný výskyt odlehlých a extrémních hodnot jak směrem k nule, tak na opačnou stranu mediánu.

6.5 Vyhodnocení mortality

Tato kapitola se bude zabývat vyhodnocením mortality jednotlivých variant. Hodnoty jsou zpracovány pomocí tabulek. Mortalita byla zjišťována za každou plochu a variantu samostatně.

Tab. 5: Mortalita krytokořenného a prostokořenného sadebního materiálu (v %) dle jednotlivých ploch.
Legenda: KK – krytokořenný sadební materiál, PK – prostokořenný sadební materiál, plocha otevřena ze severu (S), z jihu (J), ze západu (Z), z východu (V), ze severovýchodu (SV), plocha otevřena ze všech

Název plochy	SLT	Clonění obn. plochy sousedním porostem	BK		DG		SM	
			KK	PK	KK	PK	KK	PK
Velenov	5K	mírně SZ	54%	31%	47%	19%	38%	6%
Horní Štěpánov	5S	(*)	74%	67%	67%	82%	53%	53%
Jeseník 4	6K	SV	2%	5%	0%	0%	0%	2%
Jeseník 2	6S	JZ	17%	11%	33%	14%	11%	7%
Jeseník 1	7K	JZ	5%	7%	13%	5%	4%	5%
Jeseník 3	7S	JZ a SV	2%	6%	5%	6%	0%	7%

Z tabulky vztahující se k mortalitě vyplývá skutečnost, že u všech dřevin na ploše 5K a 5S dosahují ztráty vysokých hodnot. Na ploše 5K jsou ztráty u KK SAMA výrazně vyšší než u PK SAMA. Na ploše 5S jsou ztráty mezi variantami vyrovnané. Na ploše 6S se ztráty pohybují mezi 7 až 33 %, kdy největší ztráty byly zjištěny u KK SAMA douglasky. Na ploše 7K jsou oproti plochám výše uvedeným ztráty výrazně nižší a kromě douglasky opět vyrovnané mezi KK SAMA a PK SAMA. Na ploše 7S jsou ztráty o poznání nižší než na předchozí ploše, dosahují maximálně 7 % a to u PK SAMA smrku. Nejnižší ztráty byly zjištěny na ploše 6K a to maximálně 5 % u PK SAMA buku, jinak jsou ztráty zanedbatelné. Celkově výsledky mortality ukazují na vyšší procento ztrát u KK SAMA.

6.6 Vyhodnocení výskytu dvojáků, trojáků a vícečetných kmínků

Tato kapitola bude věnována výskytu dvojáků, trojáků a vícečetných kmínků u jednotlivých variant sadebního materiálu zájmových dřevin. Výsledky byly zpracovávány za každou plochu samostatně a prezentovány budou pomocí tabulky.

Tab. 6: Výskyt jedinců s dvojákem a vícečetnými kmínky u krytokořenného (KK) a prostokořenného (PP) sadebního materiálu (v %).

Dřevina	Název plochy	Varianta							
		KK				PK			
		Počet jedinců (v%) s							
		dvojákem	trojákem	4četným kmínkem	5četným kmínkem	dvojákem	trojákem	4četným kmínkem	5četným kmínkem
BK	5K-Velenov	42%	5%			52%			
	5S-Horní Štěpánov	20%				32%	5%		
	6K-Jeseník 4	34%	1%			36%	1%		
	6S-Jeseník 2	50%				45%	3%		
	7K-Jeseník 1	31%	9%			34%	5%		
	7S-Jeseník 3	44%				55%	1%		
BK celkem		35%	3%			42%	3%		
DG	5K-Velenov	22%	1%			13%	2%		
	5S-Horní Štěpánov	21%	9%			3%			
	6K-Jeseník 4	28%	10%			17%	12%	5%	
	6S-Jeseník 2	13%	6%			22%	10%	2%	
	7K-Jeseník 1	24%	9%	1%		21%	11%	3%	
	7S-Jeseník 3	20%	10%	3%		25%	2%	1%	
DG celkem		22%	8%	1%		17%	6%	2%	
SM	5K-Velenov	13%	1%			5%	7%	1%	
	5S-Horní Štěpánov	1%				3%			
	6K-Jeseník 4	4%	2%			6%	3%		
	6S-Jeseník 2	7%		1%		10%	1%		
	7K-Jeseník 1	8%	3%	1%		8%	2%		
	7S-Jeseník 3	6%	4%			6%			
SM celkem		7%	2%	1%		6%	1%		

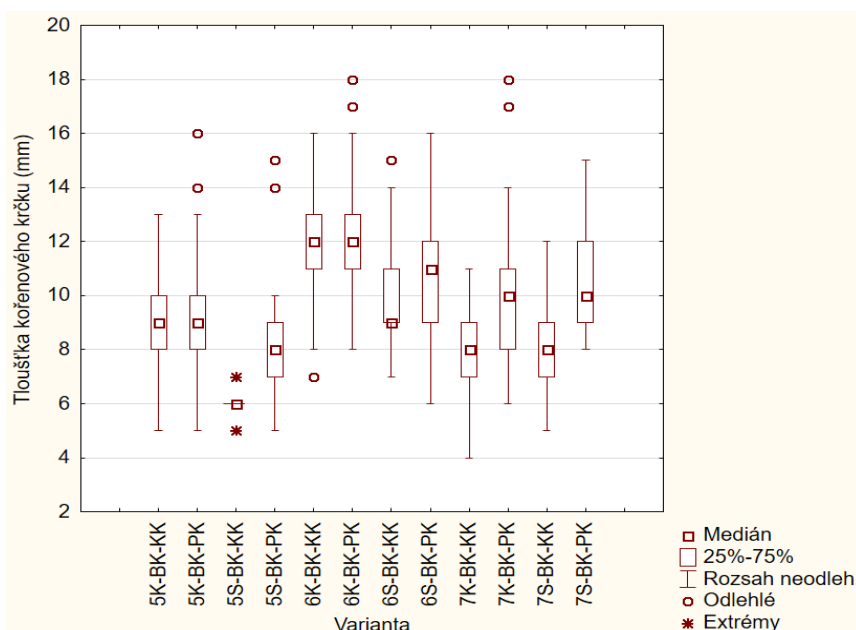
U buku je patrné zvýšené procento výskytu dvojáku u PK SAMA, u trojáků je celkové procento výskytu stejné, ale rozdíly lze spatřit na jednotlivých plochách, např. na ploše 5K u KK SAMA je výskyt trojáků 5 % a u PK SAMA 0 %. Nejvyšší procento počtu trojáků je u KK SAMA na ploše 7K a to 9 %.

U douglasky není rozdíl mezi KK SAMA a PK SAMA tak výrazný jako u buku. Nejnižší výskyt dvojáků, pouze 3 %, je na ploše 5S. Tento výsledek bude ale pravděpodobně způsoben velmi nízkým počtem měřených jedinců. Výskyt trojáků je ovšem vyšší u PK SAMA.

U smrku je výskyt dvojáků a trojáků nejnižší ze všech zkoumaných dřevin. Ani mezi KK SAMA a PK SAMA není celkově zpozorovatelný rozdíl. Pouze na ploše 5K je u PK SAMA o 7 % vyšší výskyt dvojáků a o 6% vyšší výskyt trojáků.

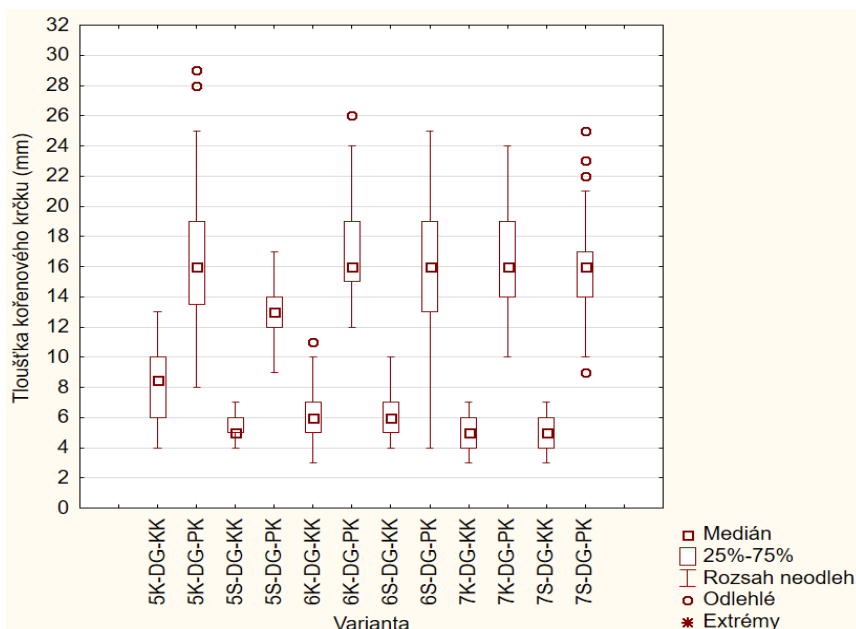
6.7 Vyhodnocení tloušťky kořenového krčku

V této kapitole bude hodnocena tloušťka kořenového krčku. Vyhodnoceny byly plochy za každou plochu a variantu zvlášť a výsledky byly umístěny do grafů rozdělených dle dřevin.



Obr. 23: Graf tlouštěk kořenového krčku buku lesního

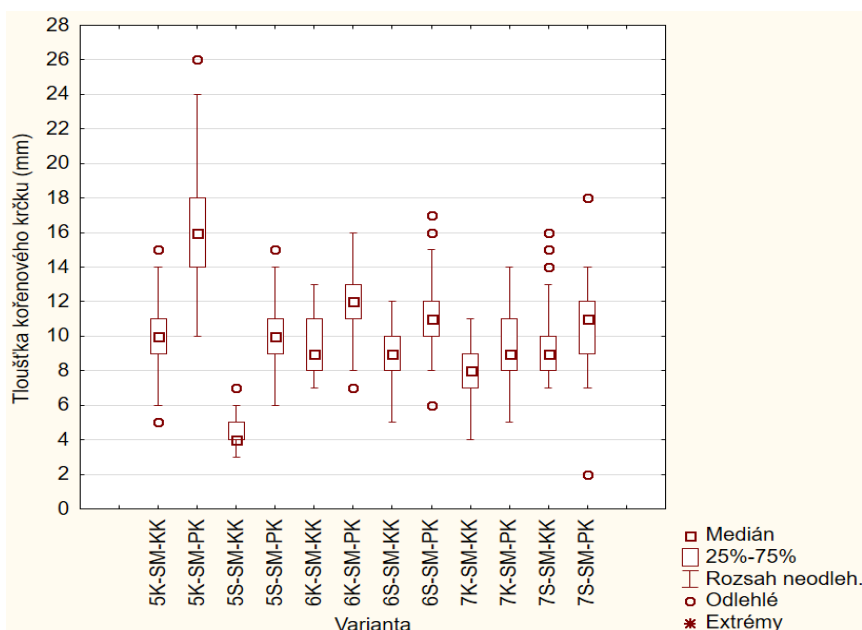
Z Obr. 25 je patrné, že na plochách 5K a 6K jsou hodnoty tlouštěk kořenového krčku shodné. Na ostatních plochách je tloušťka kořenového krčku menší u KK SAMA. Nejnižších hodnoty byly naměřeny na ploše 5S.



Obr. 24: Graf tlouštěk kořenového krčku douglasky tisolisté

Z Obr. 26 je na první pohled patrný výrazný rozdíl v tloušťce kořenového krčku u SAMA douglasky tisolisté. Rozdíl mezi variantami se pohybuje od 8 mm do 10 mm v závislosti

na ploše. U KK SAMA jsou hodnoty vyrovnané na všech plochách a dosahují pouze 5 – 6 mm. Výjimku tvoří plocha 5K kde je tloušťka kořenového krčku 8 mm. U PK SAMA jsou hodnoty také vyrovnané, ale hodnoty dosahují 16 mm, kromě plochy 5S, kde je tloušťka 13 mm.

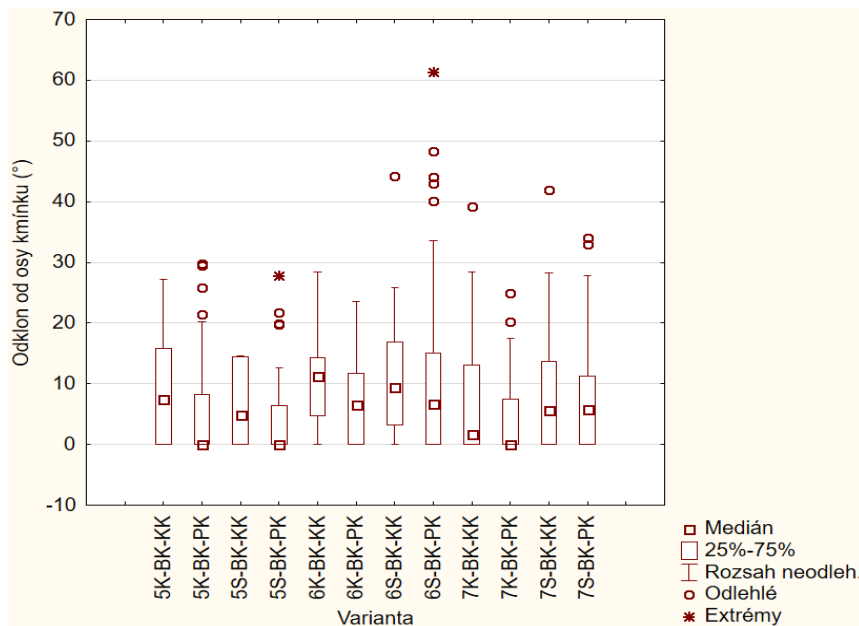


Obr. 25: Graf tlouštěk kořenového krčku smrku ztepilého

Z výše uvedeného grafu je patrné, že na všech plochách dosahuje KK SAMA smrku ztepilého nižších hodnot tlouštěk kořenového krčku než PK SAMA. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny na ploše 5K, konkrétně 16 mm u PK SAMA. Na této ploše společně s plochou 5S je patrný největší rozdíl mezi variantami, u obou je shodně 6 mm. Na ostatních plochách již nejsou rozdíly tak výrazné.

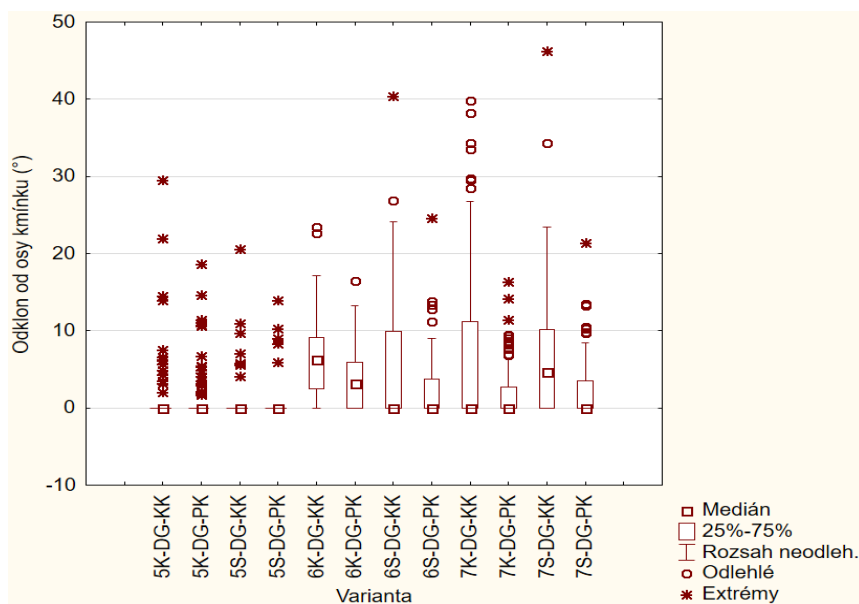
6.8 Vyhodnocení odklonu od osy kmínku

Odklon od osy kmínku byl vyhodnocován ve stupních a to z toho důvodu, že hodnotit odklon jako vzdálenost v cm by bylo značně neobjektivní, vzhledem k rozdílné výšce jednotlivých variant.



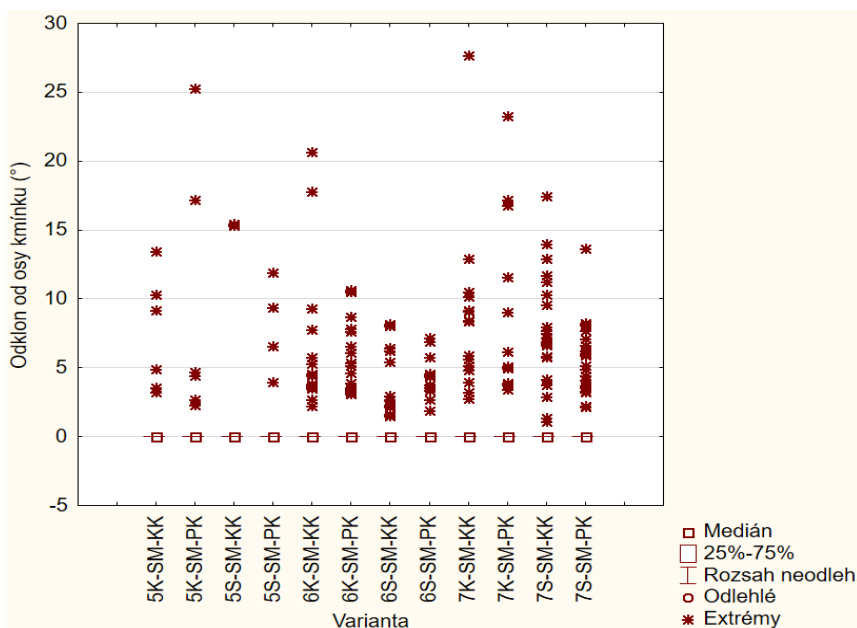
Obr. 26: Graf odklonu od osy kmínku u buku lesního

Na všech zkoumaných plochách dosahoval většího odklonu KK SAMA buku lesního. Nejnižších hodnot u obou variant bylo dosaženo na ploše 7K, kde je odklon téměř nulový. Nejvíce vyrovnané hodnoty mezi jednotlivými variantami byly naměřeny na ploše 7S. PK SAMA buku lesního se tedy odklání od svislé osy kmínku méně, KK SAMA.



Obr. 27: Graf odklonu od osy kmínku u douglasky tisolisté

Z Obr. 29 je patrné, že vzhledem k nízkému počtu jedinců s odklonem na plochách 5K a 5S jsou střední hodnoty nulové, ale vyskytují se zde jedinci s odklonem až 30°. Nejvyšších středních hodnot odklonu bylo dosaženo u SAMA na ploše 6K a KK SAMA na ploše 7S. Na všech plochách byl naměřen větší odklon u KK SAMA.



Obr. 28: Graf odklonu od osy kmínku u smrku ztepilého

Z Obr. 28 vyplývá, že u SAMA smrku ztepilého je odklon patrný pouze u nízkého počtu jedinců. Nejnižší počet jedinců s odklonem je na ploše 5S, tato skutečnost je dána velmi nízkým počtem měřených sazenic. Nejnižší hodnoty odklonu od osy kmínku byly naměřeny na ploše 6S. U této charakteristiky není patrný rozdíl mezi KK SAMA a PK SAMA smrku ztepilého.

6.9 Vyhodnocení tvaru koruny

V této kapitole bude vyhodnoceno zastoupení rozdílných tvarů koruny. Vyhodnocování probíhalo za každou plochu samostatně. Z důvodu velkého množství výsledků a možné nepřehlednosti grafů byl tvar koruny vyhodnocen v jedné souhrnné tabulce.

Nejvyšší procento SAMA buku tvoří sazenice s vejčítým a opakvejčítým tvarem koruny. U PK SAMA je více jedinců s válcovitou a kulovitou korunou než u KK SAMA. U douglasky je zastoupení tvaru korun značně variabilní. U KK SAMA je větší zastoupení sazenic s kulovitou korunou než u PK SAMA. U smrku se u obou variant vyskytuje nejvíce jedinců s tvarem trojúhelníkovité a vejčité koruny. Na rozdíl od SAMA douglasky se vyskytuje více jedinců s kulovitou korunou u PK SAMA. Na ploše Jeseník 1 (SLT 7K) je u obou variant smrku a douglasky nejvyšší výskyt jedinců s válcovitou korunou.

Tab. 7: Zastoupení jedinců rozdělené podle tvaru koruny

Dřevina	Název plochy	Varianta									
		KK					PK				
		Počet jedinců (v %) s korunou									
trojúhelníkovitou	vejčitou	opakvejčitou	válcovitou	kulovitou	trojúhelníkovitou	vejčitou	opakvejčitou	válcovitou	kulovitou		
BK	5K-Velenov	14%	56%	14%		16%	13%	30%	27%	3%	27%
	5S-Horní Štěpánov		60%	40%			2%	5%	27%	39%	27%
	6K-Jeseník 4	5%	13%	48%	5%	29%	6%	14%	63%		17%
	6S-Jeseník 2	14%	30%	16%	16%	25%	2%	12%	51%	10%	25%
	7K-Jeseník 1	8%	31%	43%		18%	15%	6%	29%	14%	35%
7S-Jeseník 3	1%	67%	24%		8%	3%	57%	22%		18%	
DG	5K-Velenov	44%	14%	36%		6%	3%	40%	34%		23%
	5S-Horní Štěpánov	12%	21%	30%		65%	24%	7%	52%		17%
	6K-Jeseník 4	24%	23%	2%		51%	23%	68%	7%		2%
	6S-Jeseník 2	16%	41%	16%		26%	9%	57%	18%	13%	3%
	7K-Jeseník 1	32%	2%	42%	12%	11%	25%	15%	46%	12%	3%
7S-Jeseník 3	23%	60%	12%		5%	20%	47%	14%		19%	
SM	5K-Velenov	12%	70%	14%		4%	57%	4%	18%	1%	14%
	5S-Horní Štěpánov	62%	20%	11%		7%	72%	12%	3%		12%
	6K-Jeseník 4	61%	38%	1%			25%	69%	2%	5%	4%
	6S-Jeseník 2	40%	26%	28%		6%	15%	57%	2%	4%	21%
	7K-Jeseník 1	32%	9%	9%	25%	25%	13%	38%	14%	31%	4%
7S-Jeseník 3	33%	51%	12%		4%	31%	61%	3%		5%	

6.10 Vyhodnocení poškození biotickými a abiotickými činiteli

Jako nejvýraznější škodlivý činitel se na zkoumaných plochách projevil klikoroh borový (*Hylobius abietis*). Nejvíce byl poškozen PK SAMA duglasky tisolisté na ploše 6K. Tato varianta byla poškozena z 27 %. Dále je patrné rozsáhlé poškození u KK SAMA douglasky na plochách 5K, 7S a 6K. Na těchto plochách se poškození pohybuje v rozmezí 13 % - 17 %. KK SAMA smrku byl poškozen klikorohem na plochách 7S se 7 % a 6K s 13 %. U PK SAMA buku bylo zjištěno větší poškození bejlomorkou bukovou (*Mikiola fagi*) než u KK SAMA. Nejvyšší počet poškozených jedinců byl zjištěn na ploše 6K

Tab. 8: Poškození biotickými a abiotickými činiteli

Dřevina	Název plochy	Varianta									
		KK					PK				
		Počet jedinců (v %) s poškozením									
klikorohem	bejlomorkou	suchem	vodou	okusem	klikorohem	bejlomorkou	suchem	vodou	okusem		
BK	5K-Velenov		2%				3%				
	5S-Horní Štěpánov										
	6K-Jeseník 4		3%				25%	5%			
	6S-Jeseník 2			12%			2%				
	7K-Jeseník 1		7%				17%				
7S-Jeseník 3		7%				3%	2%				
DG	5K-Velenov	25%					7%				
	5S-Horní Štěpánov									4%	
	6K-Jeseník 4	13%					27%	4%			
	6S-Jeseník 2	2%			1%						
	7K-Jeseník 1						2%				
7S-Jeseník 3	17%					7%					
SM	5K-Velenov	8%									
	5S-Horní Štěpánov										
	6K-Jeseník 4	13%					4%			2%	
	6S-Jeseník 2			2%					5%		
	7K-Jeseník 1						3%	2%			
7S-Jeseník 3	7%		3%								

7 Diskuze

Nejvýznamnějším faktorem dokazujícím kvalitu sadebního materiálu v 1. roce po výsadbě je ujímavost, respektive mortalita sazenic. Ostatní parametry, které byly v této práci hodnoceny, nemohou zcela přesně zhodnotit rozdíly v odrůstání mezi krytokořeným a prostokořeným sadebním materiálem, protože v období za které, byla data získávána, se sazenice vyrovnávají se šokem, který jim byl výsadbou způsoben. Podle Mauera et al. (2006), který uvádí, že krytokořený sadební materiál lépe snáší šok po výsadbě, by měly výsledky vycházet lépe u tohoto typu sadebního materiálu. Výsledky práce ovšem tuto skutečnost v některých případech nepotvrdily. Například u douglasky tisolisté vycházejí výrazně ve prospěch prostokořeného sadebního materiálu. Výsledky ale mohou být ovlivněny stářím, vyspělostí a parametry sadebního materiálu (viz Tab. 3).

Jak již je zmíněno výše, nejvíce vypovídajícím faktorem při hodnocení 1. rok po výsadbě je mortalita sazenic. Nejnižší ztráty byly zjištěny u SAMA smrku ztepilého. Z porovnání obou variant u této dřeviny vyplývá, že nižší ztráty jsou u PK SAMA. U této varianty jsou nejvyšší ztráty na ploše 5S, kde jsou shodně jako u KK SAMA 53 %. Na ostatních plochách se ztráty pohybují v rozmezí 5 – 7%, pouze na ploše 6K jsou ztráty pouze 2 %. U SAMA douglasky tisolisté jsou ztráty vyšší u PK SAMA pouze na ploše 5S, kde ztráty dosahují 82 %. Na zbývajících plochách byly zjištěny vyšší ztráty u KK SAMA. U buku je rozdíl v mortalitě mezi jednotlivými variantami nejmenší. Největší rozdíl mezi variantami byl zjištěn na ploše 5K. Na této ploše byly ztráty u KK SAMA o 23 % vyšší než u PK SAMA a to i přesto, že PK SAMA rostl na části plochy, která byla podstatně více osluněna a tedy i více vysychala.

Z hlediska jednotlivých ploch byly nejhorší výsledky u všech variant zjištěny na ploše 5S. Výsledky mohou být ovlivněny tím, že se jedná o zalesněnou zemědělskou půdu, v jejíž blízkosti se nenachází žádný porost, a sazenice jsou tedy vystaveny slunečnímu záření po celý den. Dalším vlivem, který mohl negativně ovlivnit ujímavost po výsadbě je absence mykorhizy na této ploše. Tuto domněnku podporují Mauer a Mauerová (2007) kteří uvádějí, že u uměle inokulovaného sadebního materiálu jsou při zalesnění zemědělských půd ztráty nižší, než v případě sadebního materiálu bez umělé inokulace. Dalším důvodem, proč rostliny na ploše 5S vykazovaly tak nízkou kvalitu, může být ten, že zemědělské půdy jsou oproti lesním půdám více uléhavé a zemědělskou činností je zde narušena vodní vzlínavost. Nejnižší ztráty byly zjištěny na ploše 6K. Tato plocha není stíněna okolním porostem pouze ze severovýchodní světové strany, a sazenice jsou tedy po celý den chráněny před přímým slunečním zářením.

Charakteristikou, která v této práci nejvíce vypovídala o zdravotním stavu sazenic, je vitalita. Vitalita byla posuzována podle zbarvení asimilačního aparátu. Vysoký počet jedinců se světle zelenou barvou asimilačního aparátu značí zhoršený zdravotní stav rostlin na ploše 5K se nachází u KK SAMA smrku ztepilého a KK SAMA douglasky tisolisté. Tento fakt může být způsoben tím, že tyto dvě varianty byly vysázeny na místě, kam snáze než na zbytek plochy dopadalo přímé sluneční záření. Nejvyšší počet jedinců se světle žlutou barvou asimilačního aparátu byl zjištěn na plochách 5S a 7K. Na ploše 5S bude tento stav pravděpodobně způsoben stejnými faktory, jakými bylo způsobeno vysoké procento mortality. Na ploše 7K nebyly pozorovány žádné negativní vlivy, kterými bylo způsobeno vysoké procento oslabených jedinců. Z výsledků není patrný rozdíl mezi krytokořeným a prostokořeným sadebním materiálem, rozdíly jsou spíše ovlivňovány konkrétními místy výsadby.

Z předběžných výsledků vztahujících se k terminálnímu přírůstu za rok 2015 lze vyčíst, že největšího přírůstu dosahoval KK SAMA douglasky tisolisté. Na ploše 5S přesahoval přírůst 20 cm, a byl tedy nejvyšší ze všech měřených ploch. Tento výsledek je v rozporu s výsledky Karlíčka (2014), který uvádí, že douglaska odrůstá nejhůře na velkých nekrytých holinách. Velkou nekrytou holinu charakterizuje velikostí minimálně 1 ha. U ostatních variant na ploše 5S dosahoval přírůst maximálně 5 cm. U smrku ztepilého není z výsledků patrný rozdíl mezi KK SAMA a PK SAMA. Tento výsledek se shoduje s výsledky Luegnera et al. (2011), který také porovnával odrůstání krytokořeného a prostokořeného SAMA smrku ztepilého. U buku lesního je patrný stejný trend jako u smrku ztepilého.

Jak již bylo zmíněno na začátku této kapitoly, ostatní měřené parametry nemohou vzhledem ke krátké době po výsadbě objektivně hodnotit růst a vitalitu sadebního materiálu. Prokazatelnější výsledky bude možné získat z dat naměřených až s delším časovým odstupem po výsadbě.

8 Závěr a doporučení pro praxi

Cílem této práce bylo v rámci rozsáhlého výzkumu porovnat růst a vitalitu krytokořenného a prostokořenného sadebního materiálu na kyselých a živných stanovištích středních a vyšších poloh. Plochy byly založené v oblasti Jeseníků a Boskovic. Z parametrů, které byly naměřeny a poté statisticky vyhodnoceny, vyplývá následující:

U smrku ztepilého a buku lesního není významný rozdíl mezi obalovanou sadbou a prostokořenným sadebním materiálem. Rozdíly lze zpozorovat spíše při porovnání jednotlivých ploch mezi sebou.

U douglasky tisolisté jsou již z výsledků patrné rozdíly mezi krytokořenným a prostokořenným sadebním materiálem. Tato rozdílnost byla ovšem v době měření způsobena stářím, vyspělostí a velikostí sadebního materiálu, nikoli růstovými vlastnostmi jednotlivých variant.

Z hlediska mortality byly nejhorší výsledky u všech variant zjištěny na ploše 5S. Vysoké ztráty ovšem mohou být vysvětleny velice nevhodnými půdními a mikroklimatickými podmínkami pro odrůstání sazenic.

Z praktického hlediska není u smrku ztepilého a buku lesního rozdíl v použití krytokořenného a prostokořenného sadebního materiálu. Rozdíl je pouze v ceně sazenic a v době, za jakou je školka schopna tyto sazenice vyprodukovat. U douglasky tisolisté je z výsledků patrné, že krytokořenný sadební materiál není vhodný používat na plochách ohrožených buřením. Takto vypěstovaný sadební materiál má při výsadbě podstatně menší výšku nadzemní části než klasicky vypěstované sazenice a tudíž déle trvá, než rostlina odroste negativnímu vlivu buřeně. Z vyhodnocených výsledků je zřejmé, že sadební materiál zkoumaných dřevin odrůstá lépe na plochách, které jsou alespoň částečně chráněny okolním porostem. Proto bych doporučoval používat sadební materiál těchto dřevin spíše na menších, stíněných plochách, kde budou eliminovány negativní vlivy přímé sluneční radiace.

9 Summary

The aim of the thesis is comparison of the growth of containerized and bare-rootplanting stock. For this purpose were selected suitable forest types 5K, 5S, 6K, 6S, 7S and 7K, where areas were based. Every area was planted with a 200 pieces containerized and 200 pieces bare-root plant of *Fagus sylvatica* L., *Pseudotsuga menziesie* and *Picea abies* (L.) KARST.

Data were measured from 26. 8. to 30. 8. 2015. This process included the height and diameter of root collar, vitality and mortality measurement at 100 plants of each variation. At the same time were identified another parameters leading to better results. The statistic evaluation was done afterwards by Excel and Statistica program, using box charts, histograms and simple tables.

The most important factor this thesis is focused on, is the mortality of individual variants of planting stock. The preliminary results of mortality showed that for all investigated wood species has been detected higher losses in containerized planting stock. In terms of individual areas the largest losses were on the set of forest types 5S. The negative effect of a small growth above the ground in the first year after the planting was identified at *Pseudotsuga menziesi*. From the practical point of view the measured parameters of the remaining two wood plants did not show any significant difference between containerized and bare-root planting stock.

10 Seznam literatury

BALDER, H., 1998, *Die Wurzeln der Stadtbäume*. Berlin: Parey Buchverlag, 180 s.

CULEK, M., 1996 /ed. *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, 244 s.

ISBN 8085368803

ČERVENKA, M. a CIGÁNOVÁ, K., 1989 *Klíč k určování dřevin podle pupenů a větvíček*. 1.vyd. Praha: SPN, 272 s.

ČSN 48 2115: Sadební materiál lesních dřevin, 1998

HOFMAN, J., 1964, *Pěstování douglasky*, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 253 s.

CHMELÁŘ, J., 1983, *Dendrologie s ekologií lesních dřevin*. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 133 s.

JIRKOVSKÝ, V., 1962, *Zakládání douglaskových porostů*, Lesnická práce, 462 s.

JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ J., a NÁROVCOVÁ J., 2004, *Problematika použití krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin z intenzivních školkařských technologií v podmínkách České republiky*. VULHM Opočno, 15 s.

KARLÍČEK, J., 2014, *Vliv stanoviště na růst douglasky tisolisté*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 88 s.

KIERMEIER, P., 1996 *Planungshilfen. In Bäume und Grün ...Natürlich geplant. Teil VI*. Hamburg: Lorenz von Ehren Baumschulen, 126 s.

KLIKA, J., 1947, *Lesní dřeviny: lesnická dendrologie*. 2. vyd. /. Písek: Československá matice lesnická, 393 s.

KOBLÍŽEK, J., 2006, *Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků*. 2., rozš. vyd. Tišnov: Sursum, 551 s. ISBN 80-7323-117-4.

KONÔPKA, B., 2001, *Analysis of interspecific differences in tree root system cardinality*. Journal. of Forest. Science, 44 s.

LEUGNER, J., JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J., 2011, *Vývoj kořenových systémů smrku ztepilého v kulturách založených krytokořenným a prostokořenným sadebním materiálem v extrémních horských podmínkách*. VULHM Opočno, 31 – 37 s.

MAUER, O., 2011. *Zakládání lesů II*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, učební text

- MAUER, O., MAUEROVÁ, P., 2007, *Mykorhiza a technologie pěstování sadebního materiálu lesních dřevin*, In: Sborník referátů, Strážnice, 117 – 136 s.**
- MAUER, O. a PALÁTOVÁ E., *Deformace kořenového systému a jejich vliv na stabilitu dřevin*. 29 – 42 s. In: MAUER, O., 2013, Rhizologie lesních dřeviny. Mendelova univerzita v Brně: učební text, 259 s.**
- MAUER, O. a PEJCHAL M., *Architektura kořenového systému stromů*. 19 – 28 s. In MAUER, O., 2013, Rhizologie lesních dřevin. Mendelova univerzita v Brně: učební text, 259 s.**
- MAUER, O., PALÁTOVÁ, E., BÁRTOVÁ, A., NÁROVCOVÁ, J., a SZABLA K., 2006, *Produkce krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s. r. o., 136 s. ISBN 80-86386-72-4**
- PEJCHAL, M., 2008. *Architektura kořenového systému stromu a její vztah k možnému poškození staveb*, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, středisko Opava, 50 s.**
- PLÍVA, K., 1987, *Typologický klasifikační systém ÚHÚL*, ÚHÚL Brandýs nad Labem, 52 s.**
- POLENO, Z., VACEK, S., a PODRÁZSKÝ, V., 2009, *Pěstování lesů*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.**
- QUITT, E., 1971, *Klimatické oblasti Československa*, Praha: Academia, 73 s.**
- RAZDORSKIJ, V. F., 1954, *Anatomie rostlin: celostátní vysokoškolská učebnice*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 527 s.**
- REMEŠ, J., ULBRICHOVÁ, I., PODRÁZSKÝ, V., 2004. *Využití podsadeb a meliorace půdy při umělé obnově bukem*. Lesnická práce 83, 2004, č. 9, 12 – 13 s.**
- ŠACH, F., 2004. *Meliorační a zpevňující dřeviny při obnově lesních porostů*. In: Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století, sborník z 5. česko-slovenského vědeckého symposia pedagogických a vědeckovýzkumných pracovišť oboru Pěstování lesa. *Křtiny, 14.9. - 16. 9. 2004. Ed. J. Peňáz a J. Martínek., 1 CD-ROM. ISBN 807157778-2.***
- ÚRADNÍČEK, L., 2003, *Lesnická dendrologie I.: (Gymnospermae)*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 70 s. ISBN 80-7157-643-3.**
- ÚRADNÍČEK, L., 2004, *Lesnická dendrologie II. (Angiospermae)*. První. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 127 s. ISBN 80-7157-760-X.**
- ÚRADNÍČEK, L., 2014, *Dendrologie: (společenstva a významné dřeviny ČR)*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 143 s. ISBN 978-80-7509-181-9.**

ÚRADNÍČEK, L., CHMELAŘ J., 1998, *Dendrologie lesnická: (Angiospermae)*. 2. část - Listnáče I: Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 119 s. ISBN 80-7157-169-5.

10.1 Internetové zdroje

KOLÍN, S., 2001, *Deformace kořenového systému – stabilita budoucích porostů*: lesnická práce. [online]. vyd. [cit. 2016-04-22]. Dostupné na World Wide Web: <<http://lesprace.cz/>>

MZE, *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR 2014* [online]. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z World Wide Web: <<http://www.uhul.cz/ke-stazeni/informace-o-lese/zelene-zpravy-mze/>>

Mapové podklady, <<http://www.mapy.cz/>>

11 Seznam tabulek a obrázků

11.1 Seznam tabulek

Tab. 1: Přehled lesních vegetačních stupňů a jejich klimatická charakteristika v hercynské oblasti (Plíva, 1989)	24
Tab. 2: Klimatické charakteristiky vybraných jednotek Dražanského a Jesenického bioregionu. (Quitt, 1971)	27
Tab. 3: Pěstební vzorce vysazovaných variant sadebního materiálu	30
Tab. 4: Základní charakteristiky výzkumných ploch	30
Tab. 5: Mortalita krytokořenného a prostokořenného sadebního materiálu (v %) dle jednotlivých ploch	48
Tab. 6: Výskyt jedinců s dvojákem a vícečetnými kmínky	49
Tab. 7: Zastoupení jedinců rozdělené podle tvaru koruny	54
Tab. 8: Poškození biotickými a abiotickými činiteli	54

11.2 Seznam obrázků

Obr. 3: Graf výšek nadzemní části na ploše 5K	34
Obr. 4: Graf výšek nadzemní části na ploše 5S	35
Obr. 5: Graf výšek nadzemní části na ploše 6K	35
Obr. 6: Graf výšek nadzemní části na ploše 6S	36
Obr. 7: Graf výšek nadzemní části na ploše 7K	36
Obr. 8: Graf výšek nadzemní části na ploše 7S	37
Obr. 9: Graf hodnot přírůstu terminálu na ploše 5K	38
Obr. 10: Graf hodnot přírůstu terminálu na ploše 5S	39
Obr. 11: Graf hodnot přírůstu terminálu na ploše 6K	39
Obr. 12: Graf hodnot přírůstu terminálu na ploše 6S	40
Obr. 13: Graf přírůstu nadzemní části na ploše 7K	41
Obr. 14: Graf hodnot přírůstu terminálu na ploše 7S	41
Obr. 15: Graf vitality jednotlivých variant na ploše 5K	42
Obr. 16: Graf vitality jednotlivých variant na ploše 5S	43
Obr. 17: Graf vitality jednotlivých variant na ploše 6K	43
Obr. 18: Graf vitality jednotlivých variant na ploše 6S	44
Obr. 19: Graf vitality jednotlivých variant na ploše 7K	44
Obr. 20: Graf vitality jednotlivých variant na ploše 7S	45
Obr. 21: Graf délky listu buku lesního	46

Obr. 22: Graf šířky listu buku lesního.....	46
Obr. 23: Graf délky jehlic u douglasky tisolisté.....	47
Obr. 24: Graf délky jehlic u smrku ztepilého.....	47
Obr. 25: Graf tloušťek kořenového krčku buku lesního.....	50
Obr. 26: Graf tloušťek kořenového krčku douglasky tisolisté.....	50
Obr. 27: Graf tloušťek kořenového krčku smrku ztepilého.....	51
Obr. 28: Graf odklonu od osy kmínku u buku lesního.....	52
Obr. 29: Graf odklonu od osy kmínku u douglasky tisolisté.....	52
Obr. 30: Graf odklonu od osy kmínku u smrku ztepilého.....	53

12 Seznam příloh

Příloha 1: Plocha 7S silně zarostlá buření.....	64
Příloha 2: Plocha 6S zarostlá buření.....	64
Příloha 3: KK SAMA douglasky tisolisté na ploše 7K (výška 22 cm).....	65
Příloha 4: KK SAMA douglasky tisolisté na ploše 5K (výška 22 cm).....	65
Příloha 5: Kořenový systém KK SAMA douglasky na ploše 5K.....	66
Příloha 6: KK SAMA douglasky tisolisté (výška 55 cm).....	66
Příloha 7: Kořenový systém PK SAMA douglasky tisolisté.....	67
Příloha 8: KK SAMA smrku ztepilého (výška 70cm).....	67
Příloha 9: Kořenový systém KK SAMA smrku ztepilého prorůstající ze substrátu.....	68
Příloha 10: Kořenový systém PK SAMA uhynulé sazenice smrku ztepilého.....	68
Příloha 11: Kořenový systém KK SAMA buku lesního.....	68
Příloha 12: Kořenový systém PK SAMA buku lesního.....	69
Příloha 13: Umístění výzkumné plochy 5K (www. mapy.cz).....	70
Příloha 14: Rozmístění jednotlivých variant na ploše 5K.....	70
Příloha 15: Umístění výzkumné plochy 5S (www. mapy.cz).....	71
Příloha 16: Rozmístění jednotlivých variant na ploše 5S.....	71
Příloha 17: Umístění výzkumné plochy 6K (www. mapy. cz).....	72
Příloha 18: Rozmístění jednotlivých variant na ploše 6K.....	72
Příloha 19: Umístění výzkumné plochy 6S (www. mapy.cz).....	73
Příloha 20: Rozmístění jednotlivých variant na ploše 6S.....	73
Příloha 21: Umístění výzkumné plochy 7K (www. mapy.cz).....	74
Příloha 22: Rozmístění jednotlivých variant na ploše 7K.....	74
Příloha 23: Umístění výzkumné plochy 7S (www. mapy.cz).....	75
Příloha 24: Rozmístění jednotlivých variant na ploše 7S.....	75

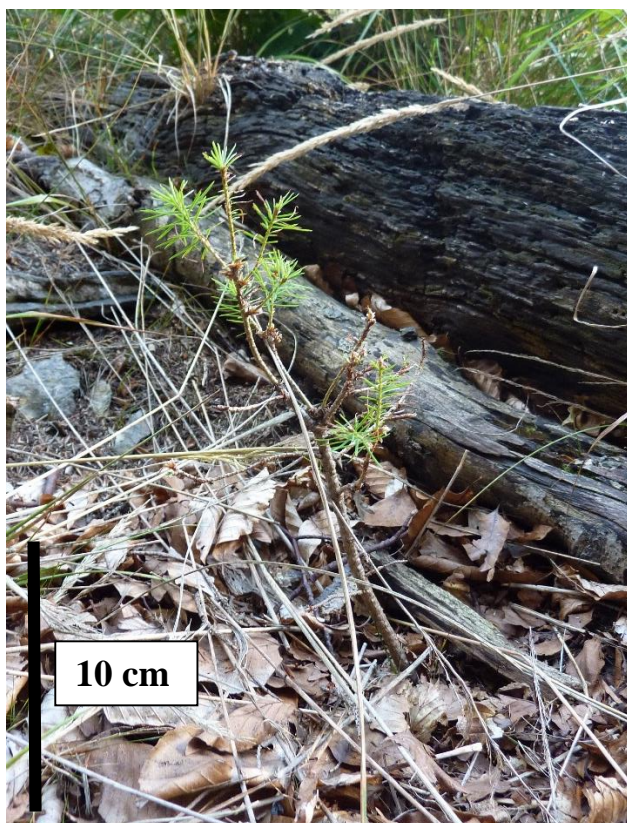
Příloha 1: Plocha 7S silně zarostlá buřeni



Příloha 2: Plocha 6S zarostlá buřeni



Příloha 3: KK SAMA douglasky tisolisté na ploše 7K (výška 22 cm)



Příloha 4: KK SAMA douglasky tisolisté na ploše 5K (výška 22 cm)



Příloha 5: Kořenový systém KK SAMA douglasky na ploše 5K a viditelné poškození od klikoroha borového (*Hylobius abietis*)



Příloha 6: KK SAMA douglasky tisolisté (výška 55 cm)



Příloha 7: Kořenový systém PK SAMA douglasky tisolisté



Příloha 8: KK SAMA smrku ztepilého (výška 70cm)



Příloha 9: Kořenový systém KK SAMA smrku ztepilého prorůstající ze substrátu



Příloha 10: Kořenový systém PK SAMA uhynulé sazenice smrku ztepilého



Příloha 11: Kořenový systém KK SAMA buku lesního



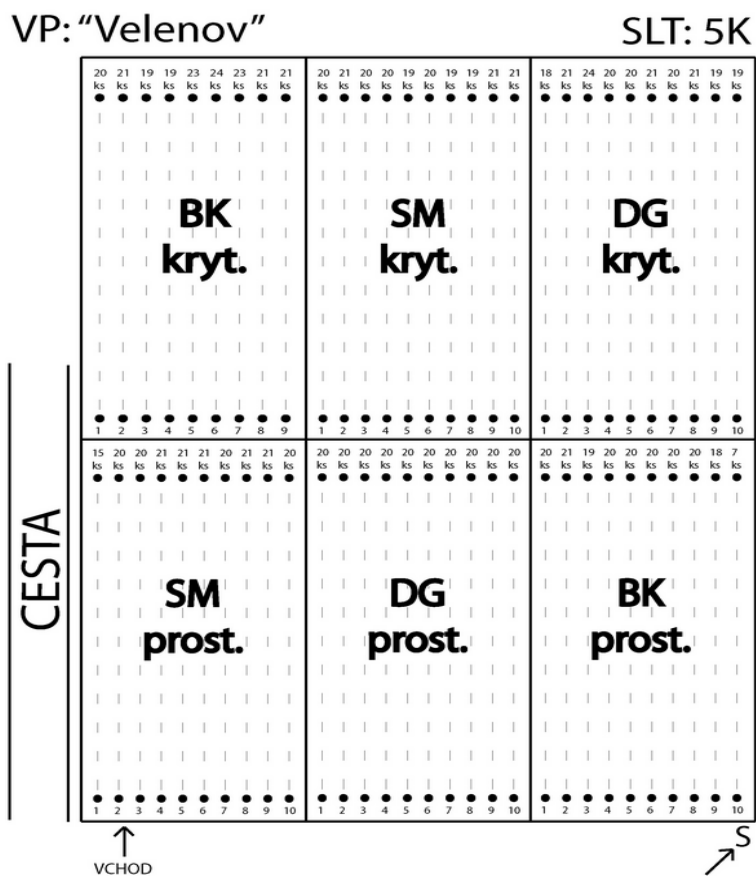
Příloha 12: Kořenový systém PK SAMA buku lesního



Příloha 13: Umístění výzkumné plochy 5K (www. mapy.cz)



Příloha 14: Rozmístění jednotlivých variant na ploše 5K



Příloha 17: Umístění výzkumné plochy 6K (www. mapy. cz)



Příloha 18: Rozmístění jednotlivých variant na ploše 6K

VP: "Jeseník 4"

SLT: 6K

SM prost.
BK prost.
DG prost.
SM kryt.
BK kryt.
DG kryt.

↑ VCHOD ↘ S

Příloha 19: Umístění výzkumné plochy 6S (www. mapy.cz)



Příloha 20: Rozmístění jednotlivých variant na ploše 6S

VP: "Jeseník 2"

SLT: 6S

SM prost.
BK prost.
DG prost.
SM kryt.
BK kryt.
DG kryt.

↑ VCHOD ↘ S

Příloha 21: Umístění výzkumné plochy 7K (www. mapy.cz)



Příloha 22: Rozmístění jednotlivých variant na ploše 7K

VP: "Jeseník 1"

SLT: 7K

DG kryt.
BK kryt.
SM kryt.
DG prost.
BK prost.
SM prost.

↑ VCHOD S ↙

Příloha 23: Umístění výzkumné plochy 7S (www. mapy.cz)



Příloha 24: Rozmístění jednotlivých variant na ploše 7S

VP: "Jeseník 3"

SLT: 7S

DG kryt.
BK kryt.
SM kryt.
DG prost.
BK prost.
SM prost.

↑ S ↙
VCHOD